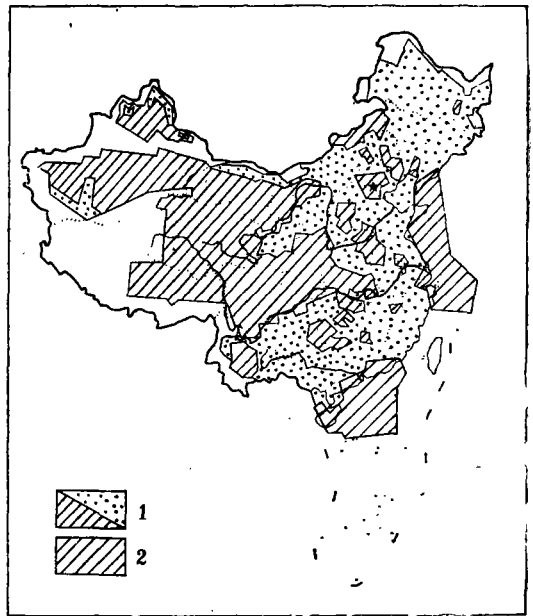


# 开展第二代航空物探调查 提高地质找矿效果

卓 松 年

在全国范围内有计划地开展第二代航空物探调查，是地质矿产部为了提高地质找矿效果、扩大地质工作的服务领域，以适应四化建设的需要和提高地质工作的现代化程度所做出的重要决定，也是“七五”期间地质工作的一项重要内容。

三十多年来，我国航空物探工作的装备不断更新、水平不断提高，以其丰硕的成果为地质找矿工作做出了重要贡献。仅地矿部系统研制成功的各种航空物探专用仪器就有磁通门式、核旋式、光泵式航空磁力仪，飞机动态磁补偿器、硬架式及脉冲式航空电磁仪、双曲线无线电导航定位系统、航空摄影定位仪、磁带收录系统等；完成航空磁测900多万测线公里，覆盖面积达900多万平方公里（包括海域120万平方公里）（图），在250多万平方公里范围内进行了顺便航空放射性伽玛测量，并逐步开展了航空电磁测量及航空放射性伽玛能谱测量，发现航磁异常25000多处，以此为线索找到各类矿床300多处；通过对航空放射性伽玛异常的查证，发现了一批放射性矿产。在油气普查方面，为各大沉积区的地质构造研究和油气远景评价提出了有价值的意见；对发现大庆、大港、北部湾等油田及对渤海、东海、黄海、北部湾、松辽、准噶尔、塔里木等地区的油气远景评价起了重要作用；通过分析研究提出了可能与油气聚集有关的构造2000多个。在大地构造研究中，发现了许多诸如郯城—庐江断裂那样已为地质上所公认的、做为主要地质构造单元界线的深大断裂；编制了中国东部地区百万分之一的航空磁测图等，为



1—航空磁测覆盖面积（1953—1983年）

2—核旋式磁力仪工作范围（1963—1983年）

研究大地构造和深部构造提供了宝贵的资料。

我国的航空物探工作在1980年前主要是中、低精度的航磁和顺便航空放射性伽玛测量，如用于石油及构造探测的总精度为3—5%，用于金属矿探测的总精度为15—20%；探寻对象主要是与中、强磁性地质体有关的、以磁铁矿为主的少数矿产及研究与较强磁性基底有关的地质构造和油气远景问题。1980年以来，提高了测量精度，增加了测量参数，并部分采用了磁带收录系统和计算机处理。这是因为在地质工作服务领域的扩大、地质研究程度不断提高和找矿难度日

益增大的形势下，以往的航空物探装备、工作方法和解释方法，以及解决地质问题的能力，都已不能满足地质、找矿和经济建设的需要，而在方法技术改造和测量精度提高以后，则都得到了较好的解决。第二代航空物探调查正是在这种情况下，并在对国内外技

术、经济发展情况进行调查研究后决定开展的。以往的航空物探工作已基本完成全国陆地及近海区的覆盖，可以称为第一代航空物探调查，在此基础上，有必要也有可能进行新一轮调查。新一轮调查无论在解决的地质任务及使用方法手段、测量参数和精度

		第一代航空物探调查	第二代航空物探调查
地 质 任 务	油 气 普 查	研究与中强磁性基底有关的地质构造问题及圈定二级地质构造带	详细研究与控制油气藏形成有关的地质构造，包括弱磁性基底的构造和直接圈定盖层中可能的储油（气）构造并研究直接找油（气）的方法，
	大 地 构 造	研究几十万平方公里范围与基底有关的构造问题	研究几百万乃至全国范围的大地构造问题，以及有关的矽铝、矽镁层的深部地球物理和地质问题
	非油、气矿产	探寻与中、强磁性有关的矿产	探寻与弱磁、弱放射性有关的及与磁性、放射性矿物共生的非磁、非放射性矿产；直接发现良导电性矿藏及赋存于具有较好导电性地质条件中的各类矿产
	其 他 方 面	简单的填图	配合 1:5 万区调，或更大比例尺调查，研究某些特定的以及水文地质、工程地质、环境地质等地质问题；重点建设项目前期地质工作等问题
	方 法 与 技 术	中、低精度航磁及低精度放射性伽玛总量测量	高精度磁、多道伽玛能谱、各类型的电磁方法，以及磁力梯度仪、三分量磁力仪、航空重力乃至航空化探等新方法技术的使用
辅 助 和 配 套 方 法 技 术	导 航 定 位	地形图目视领航、中低精度双曲线导航定位系统	取代没有工具定位的航测工作，按条件采用：地形图或航空照片目视领航、航空摄影定位；双曲线、圆系统导航定位系统；应答导航定位系统；多卜勒或惯性导航位系统以及卫星三维导航定位系统等
	高 度 测 量	人工记录气压高度；中低精度无线电测高仪	高精度数字或模拟气压高度计；高精度无线电测高、激光测高及其他高精度测高系统
	飞机动态磁补偿系统	无源及有源的恒定及感应场八项补偿器	有源恒定、感应，及涡流场十六项补偿器；微机控制的全自动补偿器
	收录及野外予处理	纸带模拟记录手工或半机械整理	磁带收录；空中实时改正，地面微机质量检查、修正、编辑及成图
	日 变	核旋磁力点测仪、人工定时读数	光泵或核旋磁日变站；气压、温度数字或模拟输出传感器；磁带收录、计算机逐点改正磁、气压、温度等日变
	数据 处理、成图 和解释	1. 手工清绘成图，常规照相制版印刷；2. 手工切线法计算深度；3. 使用磁平面图及剖面平面图以及编制的最小磁性体埋藏深度图与地质资料对比分析研究	1. 计算机彩色成图，计算机制分色样直接制版印刷；2. 将原始数据经计算机处理出各种转换图件及各种物性参数图件；3. 用计算机计算各种产状和物性参数；4. 多参数计算机综合处理及解释、大区域综合编图及处理解释；建立数据库

要求，都与第一代航空物探调查有较大差别（表）。

当前在世界航空物探的发展中，西方国家在应用现代科学技术改进装备上进展很快，苏联则在解释方法的基础理论和密切结合地质条件进行推断方面有其特色；我们应兼收并蓄各国的长处，推动我国的第二代航空物探调查工作。测量技术上要充分应用微机技术，努力提高测量精度，增加测量参数，改进测量方法；充分应用电子计算机对资料进行各种处理，使复杂的地质特征在各种物理场上的综合反映可按需要加以分解和突出，加强解释方法的理论及实际运用条件的研究，并在计算机上加以实现，使所获得的物理场能有效地转化为它所反映的地质体和地质现象；密切结合地质，运用新的地质理论对航空物探资料做深入的分析、综合、解释、推断，以提取更多的、有用的地质、找矿信息和研究依据。

第二代航空物探调查的任务可以概括为：

1. 以新的测量精度完成全国（包括海域）1:100万基础航磁调查（测线距约10公里），编制新一代的1:100万航磁图和其他小比例尺全国性或大区域性图件，并加以解释和研究。

2. 配合第二轮石油普查，在重要油气远景区开展比例尺大于1:20万的航空物探工作，圈定可能的储油构造或控制油藏形成的各种构造，并研究开展以直接寻找油气藏为目的的航空物探工作。

3. 在飞行条件基本满足工作要求的地区，进行有助于提高1:5万区域地质调查的速度和质量为目的的综合航空物探工作（比例尺一般是1:5万，测线距0.5公里）。

4. 努力扩大航空物探应用范围，通过专属性的、大、中比例尺（测线距不大于0.5公里）的综合航空物探调查，直接或间接寻找某些矿产；或解决某些特定的地质问题及水

文地质、工程地质与环境地质等问题。为了完成第二代航空物探工作的任务，应在以下四个方面有新的发展：

- 第一，发展新的航空物探方法和探索新的测量参数，提高解决地质问题的能力。

- 第二，提高仪器灵敏度和总的观测精度，以提取更多的地质、找矿信息。

- 第三，磁带收录数据，用计算机处理和成图，更好地分解或突出所需解决问题的物理场。

- 第四，研究新的解释方法，最大限度地和更精确地把物理场转化为地质图景。

具体到某一地区，应由该区的地质、地球物理特征确定所能完成的方面，并非四个方面都具备才能获得与第一代航空物探不同的成果。但是做为第二代航空物探调查的总要求，则必须在上述四个方面都能有所突破，才能在各种不同的地质、地球物理条件下充分发挥航空物探的作用。

根据近几年所进行的试验研究和进展，使我们有可能展望一下完成第二代航空物探四项任务的可能及预期效果：

1. 1:100万航磁图件是地球物理的基础资料。对地质构造研究、深部地球物理—地质研究、大区域探寻油气及矿产预测等工作都有很大的作用，这已为以往出版的1:100万中国东部航磁图在地质找矿工作中的作用所证实。但是该图有相当大一部分是用若干面积不大的、以固体矿产调查为目的的航磁资料缩编而成。精度比较低，而所使用的以石油地质调查为目的的航磁资料也有相当部分精度不高；且所使用的工作方法也未从编制全国性图件来考虑，所以存在不少难以克服的问题。第二代航空物探调查将采用较高精度和统一的测量及工作方法，以期获得精度更高的航磁图件，为更深入研究大区域及深部地球物理—地质问题，提供新的基础资料。

2. 第一代航空物探进行油、气勘查研

究时, 由于仪器灵敏度所限, 只有在基底具有中、强磁性时才能取得效果。而我国南方碳酸盐岩地区, 基底磁性弱, 利用航磁研究大地构造问题, 效果不够显著; 当盖层构造缺乏对基底构造的继承性时, 由于盖层仅具有很弱的磁性, 所以难于研究盖层中的构造。为配合以“四新”为内容的第二轮油气普查工作, 仅依靠研究基底构造很难取得好效果。1982年使用了仪器灵敏度为 $0.1\gamma$ 的光泵磁力仪, 通过对飞机的恒定、感应及涡流场的补偿, 使空中记录精度达到 $0.25\gamma$ , 采用航空摄影定位, 低高度平飞及较大密度的切割线的工作方法, 在松辽盆地进行了测量, 使 $3\sim 5\gamma$ 的弱异常反映清晰, 并能进行深度计算, 高精度航磁工作在本区显示了明显的效果。在第二代航空物探调查中, 计划将磁力仪灵敏度提高到 $0.01\gamma$ , 并能进行梯度测量, 以求增加更多的地质信息。油气田上常有放射性异常及低幅度、短波长的弱磁异常, 在“七五”后期希望能突破某种直接找油、气藏的航空物探方法, 使航空物探在油气普查中发挥更大的作用。

3. 根据地矿部的规划安排, 2000年将完成200万平方公里的1:5万区域地质调查工作, 航空物探工作应为完成这一任务发挥应有的作用。

在1962~1963年, 利用测量精度为 $15\sim 20\gamma$ 的航磁资料配合1:20万区调的研究说明, 即使在当时应用单一的、精度很低的磁测资料的情况下, 在区调的设计、路线观察前的准备、路线观察的过程中, 以及室内资料整理分析及报告编写的各个阶段都能不同程度地发挥一定的作用。1980年在山东试验了用 $1\gamma$ 灵敏度的磁力仪使用方格网测量方法, 辅以较好的定位及资料处理方法, 获得了在非石油地质调查中比过去精度提高近十倍的1:2.5万比例尺的高精度磁测图, 比过去1:10万及1:2.5万中精度磁测有丰富得多的信息, 与已知1:5万地质图对比, 发现了

许多新的值得进一步探讨的地质问题。

配合地质填图工作, 第一代航空物探主要是应用磁法, 而且精度低, 对岩石和地层的划分只能是比较粗略的, 而第二代航空物探配合1:5万区调, 将广泛使用磁、放综合测量。磁、放综合测量能大大增加可以研究的岩石种类, 利用钾、铀、钍含量的不同组合及磁性特征, 能详细研究更多的地质现象。在适合的条件下, 再增加电磁方法进行视电阻率填图, 将会获得更佳的地质填图效果。

在1:5万区调中应用航空物探资料时, 不应仅局限于检查异常或希冀精确地确定地质界线, 它的作用在于印证某些地质现象, 纠正或修正根据少量露头推测的地质结论; 提出某些与现有地质资料有矛盾的问题, 从而有目的地使用少量的野外工作, 取得较好的地质效果; 帮助研究隐伏的及地表不易观察的地质现象, 在“立体填图”和综合分析多种物探异常的基础上, 对矿产普查和预测可以提供更有价值的见解。在1:5万区调中利用高精度的综合航空物探资料, 将能提高地质区调的速度和质量。

4. 利用航空物探资料探测和研究对象正在不断的增加, 用其发现非磁性的铜、钼、金、钨等矿产在我国已有不少实例; 航空放射性能谱测量探寻钾盐、铀、钍、铝土、金等矿产在国外也有成功的经验; 利用航空电磁法可以直接发现良导性矿产。辽宁省使用综合航空物探测量, 在金伯利岩区, 磁测、放射性能谱和电磁测量均有反映, 为区别金伯利岩与其它磁性岩体提供了依据; 东北地区的航空电磁法对煤系地层有较好的反映; 苏北地区进行的航空电磁测量, 能清楚的划分海边咸淡水的界线; 用高精度航空磁测研究工程稳定性、用区域航磁资料研究确定核电站工程选址等均有一定效果。因此, 在进一步提高航空物探的测量精度、运用综合测量方法、提高资料的处理及解释水平以后, 对增加探寻矿种, 扩大服务和应用领域,

# 航空物探要先行一步

本刊评论员

三十多年来,地质矿产部的航空物探调查工作为我国的地质找矿事业做出了重要贡献,主要担负此项工作的航空物探总队,一九五九年被评为全国工交系统先进生产单位,一九七八年受到国务院通令表扬,一九八〇年被评为地质矿产部有重大贡献的单位。

目前,我国的航空物探调查已完成了全国陆地和海域的基本覆盖,在此基础上和在航空物探科技有了长足进步的条件下,地矿部决定在全国范围内有计划有步骤地开展第二代航空物探调查。这是一项战略性措施,它必将为我国的社会主义建设和为实现地质工作2000年的战略总目标作出重大贡献;这也是提高地质工作本身现代化水平的一个不可少的内容。

第二代航空物探调查将以七十年代末八十年代初国际先进科技水平为起点,因而,必将取得比已经完成的“第一代”航空物探调查丰富得多的地质效果,经济上是合理的、有益的。由于第二代航空物探调查的方法技术是配套的,测量精度、参数的种类、野外工作方法、数据处理成图和推断解释(定性的和定量的)等都是先进的,因而能够大大

---

将有很大的潜力。

开展第二代航空物探工作的关键,在于加强和组织好相应的科研工作,要对其所需解决的问题,根据它们的相互关系、重要性和急迫程度有计划地安排科研项目,并在最短的时间内用于生产中去。

诚然,开展第二代航空物探调查,目前仍有一些问题尚待解决(如导航定位、解释方法),但是,经过我们的努力,航空物探工作一定会在地质找矿及经济建设中发挥更大作用。 (地质矿产部航空物探总队)

提高地质找矿效果,而不只是某一方面有所提高。为此,从现在到“七五”前期,应该围绕第二代航空物探调查的总要求,明确科研、各种技术装备和人材的准备的的目标,包括必要的技术引进,以保证“七五”后期能够全面开展工作。

按照扩大地质工作服务领域的方针,第二代航空物探调查更应该依靠它的优势的技术条件扩大服务领域,并且力争比一般地面地质工作更加超前为区域地质调查、石油和固体矿产调查、水文地质和工程地质调查以及城市和经济区建设的地质工作,不失时机地提供高质量的、丰富的信息和成果。为此,必须加强地面工作的配合,包括对各种异常和地质现象的地面查证,使各种推断意见和线索迅速转化为地质和经济建设可直接利用的成果。

航空物探是高效率的、技术高度密集、并能迅速吸收各种科技新成果的地质找矿方法。总结过去的经验,应该实行高级技术的大量与快速应用和及时更新的方针;在队伍的建设上更应强调精干和不断提高其技术素质。

在开展第二代航空物探调查的同时,对已经取得的960万测线公里的大量航空物探资料,应该继续研究和利用,使其蕴含的丰富的地质找矿信息被充分提取出来。

我国是世界上拥有规模较大的和技术上比较齐备的航空物探力量的少数几个国家之一。我们应该兼采各国之长,结合我国的自然和地质条件,发展具有我国特色的航空物探技术,首先在其应用水平和实际成效方面跻于世界先进国家之列,并逐步进入国际市场,为世界航空物探技术的发展作出应有的贡献。