

遥感技术促进着我国地质矿产调查的发展

陈荫祥

(地质矿产部地质遥感中心)

1989年11月28日收稿

摘 要

回顾30年来中国开展航空地质调查和遥感技术的发展历史和科技现状。叙述了开展遥感地质调查的主要成就和进展,包括充实提高了地质理论研究,加速了区域地质调查进度,促进了矿产普查,扩展了地质资源远景,改进了水文地质、工程地质、环境地质、城市地质和灾害地质勘测工作,使遥感地质应用的理论、方法和技术有了明显的发展。根据遥感技术与地质学理论的发展趋势,对遥感地质的发展提出了新的要求,跟踪遥感技术的最新发展、更新地质理论,进一步发挥遥感技术的潜力,争取在地质理论研究、矿产资源发现、环境地质应用等方面作出更广泛的贡献。

关键词 遥感地质 区域地质研究 矿产资源 环境地质 地质灾害防治 全球及星际地质对比研究

新中国成立四十年来,我国地质矿产调查事业取得了巨大的发展和辉煌的成就。地质行业从解放前的五百人发展到一百五十万人,形成了一个陆、海、空工种齐全,地质、矿产、环境等近百个专业的现代化地质工作大系统;完成了大量地质图编测工作;钻探了总进尺为28988万米地质钻井(还有石油、煤炭、冶金等部门大约同等的钻探进尺未统计在内),相当解放前的1705倍,探明160种矿产资源,其中20多种列居世界前茅,矿产总储量占世界第三位,矿产资源预测潜力与美国相当;地质行业的科学技术接近当代世界先进水平。在地质科技现代化建设中,遥感技术的应用和推广起了显著作用,目前,遥感地质应用水平和实际效益列居世界先进行列。

一、历史的回顾

第一次世界大战之后,航空摄影已逐步使用于军事侦察、地形测绘、地质调查、自然资源调查、工程勘测诸领域。第二次世界大战以来半个世纪内,我国进行过多次地域性和全境范围内的航空摄影,除构成目前使用的航测地形图系列外,也为航空摄影资料的专业应用奠定了丰实的资料基础。早在50年代初期,地质部门就开始了航摄像片的地质应用,甚至在祁连山、柴达木盆地专门进行了地质航空摄影。先后在区域地质调查编图、石油地质普查、矿产勘查、以及水文地质、工程地质勘测等方面陆续开展了航空地质应用实践,成立了专门研究机构、规划了航空地质科研项目。到60年代末期,航空地质调查方法已完成初步普及推广工作,充实了地质矿产资料,提高了地质矿产调查的精度和水平,在几种主要地质技术规范中明确规定必须使用航空摄影资料。

随着遥感技术的发展,70年代初期地质部门率先引进遥感技术,开展地学和资源勘查应用。购进航天遥感资料、航空及航天遥感应应用技术设备,组织推广地球资源卫星遥感资料,开始航空遥感飞行试验,培训遥感地质专业人材,广泛组织航天、航空遥感资料的地质应用实践。各地质部门先后成立了地质遥感中心、各省成立了遥感地质站或省区综合性遥感中心。目前拥有遥感地质专业人员3700人,其中工程师级1600人,高级工程师级300人。创编了《遥感地质》、《国土资源遥感》、《国外遥感地质通讯》、《遥感地质动态》等专门期刊。开展了数以千计的地质矿产应用课题研究,发表千余篇专业论文、专业教材和专题著作。中国地质学会成立了遥感地质专业委员会,召开国内专业学术会议、工作会议三十余次,召开国际学术会议五次,与世界各国进行了广泛的专业学术交流与科技合作。为了加强遥感地质工作的专业指导和计划协调,国家计委国土司组织十个地质部门成立全国遥感地质工作协调,统一规划全国遥感地质工作,逐步形成了一个密切结合国民经济建设、具有较高学术水平和强大实施能力的遥感地质工作研究体系。此外,中国科学院各有关研究所、大专院校也进行遥感地质的研究。

近30年来,遥感地质的发展历史表明,我国遥感地质的兴起、壮大在速度方面是十分快的,应用水平和实际效益也都列居世界前茅。从业人员之多,实践领域之广更显得突出。所以,虽限于我国遥感技术总水平的落后,以及其它原因,遥感地质工作较之先进国家仍有较大差距,但在区域地质学理论,地质应用理论、技术与方法,矿产普查、水文地质、工程地质和环境地质应用方面都取得令人瞩目的成就与进展,以下我们将分别加以介绍。

二、充实了区域地质学理论研究

源源不断的遥感地质新信息引入地质研究,扩展了地质学家的视野,在地表地质景观、表浅地质构造分析和基础地质研究方面呈现出一派活跃的扩大再认识热潮。大量新的地质素材充实和补充着已有的地质图件和文献记录增添地质信息,冲击着固有的传统地质概念,使地质理论加速发展。地质矿产任务向区域地质、基础地质不断提出更新更高的要求,例如大范围的地质矿产对比,全球地质构造的分析,全球性海进海退的趋势研究,已知矿床的对比、外延。另外重点工程建设的快速选址和决策评价,灾害地质学的研究,环境动态监测等,遥感技术优势逐步得到发挥,因而日益引起地质学界的重视。

现有地质图件主要是依据地面逐点观测编绘而成的,但地质体地表景观形态、真实形象和标绘精度都远不如遥感记录的逼真生动,经得起琢磨推敲。过去在编制中比例尺地质图时,虽然也曾强调充分利用航空摄影像片,但究竟限于当时的认识水平、缺乏更宏观的航天视野,所以错漏粗略、甚至人为歪曲在所难免,局部地段尤为严重。在近十年各省区的1:20万区域地质图修编和全省区小比例尺地质图修订中发挥了遥感资料的作用,发现并纠正了一批比较明显的错误,从而充实了地质图件的内容,改进了地质图件的形象精度,导引出新的区域地质认识。虽然这一技术性能的发挥尚不很充分,却已显示出多方面的科技价值。包括详细描绘地质体外形边界和相互结构关系,增添了大量线形构造,为不同时代地质构造的解析和演化发展研究提供了大量的新地质依据。地质体岩石类型的详

细划分目前仍是遥感的弱点,在地质体内部还是发现解译出很多岩性差异和结构细节,例如岩浆岩(包括侵入体和火山岩盖)的岩相分带,期次划分,火山岩的喷发相、次火山相和沉积相的复杂关系,充填的脉岩,强爆结构形态,变质岩的变质相带和原岩残留信息,多重地质作用解析,沉积岩的岩相、厚度变化、沉积环境的恢复,各古老岩系的后期叠加作用和岩浆作用的多种显示,新沉积的岩相、厚度、沉积类型、沉积环境分析等。

地质构造中最突出的是各时期、各方向、各种规模的断裂构造,其数量比原地质图要增加数倍到十几倍,表浅地壳的碎裂网络到处展示无余,很多著名的地壳、超壳深大断裂带的细节、延展和总体形态都取得很多新的见解,这将对地质构造理论进展起有力的推动作用。

圆(环)形构造已往虽然有少量试探性报道和研究,但大量普遍的揭示出来则是遥感地质解译之后的事。不同世代、不同级次、各种展布类型、单体形态的圆环形构造、新发现的数量不低于直线形断裂的密度,这种主要来源于岩浆深层的地质结构对于岩石圈、地壳地质构造、地球动力状态、矿产分布、环境地质灾害的发生有极强的揭示解释能力,包涵着重大的地质理论意义。在此基础上进行了长期的科研探索,首次系统提出岩石圈深源岩浆热动力环形构造理论学说,取得了地质理论的重大进展,矿产发现与环境地质实际效益正在扩大增长,这是遥感地质的最大成就和贡献。

地质构造研究的另一明显进展就是新地质构造运动的揭示能力的大幅度扩展,遥感信息以其很高的灵敏度和精度,记录了丰富的地表综合景观标志,能够简捷迅速地发现新的地壳运动和岩块相对运动的微弱迹象,从而发现了更多的新构造运动现象,为工程地质勘测和规划提供了新的方法技术。

隐伏构造(断裂、岩块)的揭示发现也是遥感地质的重大贡献。隐伏在广浅水域、松散堆积、土壤植被、岩石内部的隐伏构造,用传统的地质调查方法是很难发现的,遥感技术则可以从很多微弱信息和相关信息中去发现这些比较隐蔽的地下构造,这些深埋的岩块、断裂以至深部岩浆活动对于寻找隐伏矿产、评价工程地质稳定性、解决环境地质、灾害预测,揭示地壳深、中、浅层立体完整构造概念有着极其重要的理论意义和实用价值。由遥感提示的很多隐伏构造,都得到钻探、物探等资料的验证,证明有很高的可靠性,并且成功地解决了一些找矿和环境地质实际问题。

地壳是由很多不连续的岩块组成,已往单纯从地层、岩石类型划分地质界限,并不是真正的构造边界,所以构造岩块地质界限的确切划分,只是在使用遥感图像之后才变为普遍可行。而已往地质图上的地质界限,有独立的构造行为岩块及其运动机理,很难用常规的地质方法加以确切阐明,遥感信息则比较成功地解决了构造岩块的圈定、分析技术,从而大大提高了构造地质研究的水平,提高了岩石圈结构、动力的解析能力和地质构造理论研究的水平。

在地质图编制方面除前述中、小比例尺地质图补充修编外,近年来逐渐转向大比例尺地质制图。通过不同任务不同地质类型区的 1:5 万地质调查编图试验证明,在重要矿带、城市及工矿区、重点工程规划区利用遥感技术所完成的更大比例尺(1:10000—1:5000)地质制图,地质要素内容丰富齐全、图面精细准确、地质理论揭示清楚、解决实际任务的能力增强,而且速度、效率成倍增加。它已由主管部门制定出相应的技术规程。煤炭地质系

统开展的航测地形地质综合成图的先进工艺(1:10 000、1:5 000、1:2 000)已经替代了常规的全部地面作业,并深化拓宽了地质认识,工时效率提高三倍、成本降低 40—60%,为国家节约了大量资金,保证了各煤炭地区的建设及时需要。有色金属总公司地质系统“七五”前三年完成 1:10000—1:5000 地质制图 50 000 平方公里,地质矿产部完成 1:5 万地质制图一百多幅,四百余万平方公里,这类大比例尺地质调查今后将更大规模地开展,成为遥感地质的重要阵地。

在各种地质图件编制过程中,遥感资料同时也可以对地形底图进行补充修改,或快速提供无大比例尺地形图地段的影像地图、保证地质调查勘测与工程规划设计的及时开展,这一方法目前尚未得到广大人员所理解和充分利用,今后值得特别注意遥感资料的“快速反应”效能和“快速步进”功能的充分发挥。遥感地质编图还可以根据地质专业任务的特殊需要快速补充或新编针对性和适应性很强的专题地质图件。

除了综合性地质编图外,近年来编制过一些专题地质图件,如环境地质图、旅游地质图,地质灾害图、新构造运动图、地貌图、第四纪地质图、地震地质图等,初步显示出遥感信息在地质应用中有巨大的延伸潜力,今后应进一步加深这些领域的理论探索 and 实际应用。

遥感地质信息的开发应用目前尚处于初级阶段,大量技术潜力尚待开发,比较全面的地质理论价值,实际应用效益还没有充分揭示出来,有待地质学界共同努力使遥感技术的地质应用向更高层次发展。

三、促进了矿产普查

纵观近二十年的遥感地质找矿工作虽然取得了广泛的效益,但因其地质矿产问题的复杂性、隐蔽性,工作难度很大,经验尚不够完善、理想。原因在于对矿产形成的地质条件的分析研究多受已有成矿理论的束缚,对于遥感地质信息仅限于肤浅的对比、未能创造性地深入研究。尽管如此,在矿产地质应用上还是取得范围广泛的进展。

新疆托里金矿的含金石英脉在黑白航空摄影像片上反映得很清楚,因而加速了地表含金石英脉的普查工作。后来从像片上发现了隐伏侵入体,因而使这一地区的金矿普查由石英脉型转向断裂蚀变型和岩体蚀变斑岩型,展示了很多金矿地区不同矿石类型间的系列关系,提高了矿产地质认识,扩大找矿远景。托里地区卡拉楚卡潜火群岛的发现对这一地带探索含金、铬岩体指明了地质方向。四川松潘、平武地区经遥感地质研究,认为金矿的形成是雪宝顶燕山期岩浆热动力为根源,矿化则分布在环绕本圆形结构、低温热液蚀变带中的南北向与东西向线形构造交汇点上,这一聚矿规律的发现,大大加速了本地段的金矿普查。太行山中段的金、银矿经遥感地质研究,也找到成矿地质背景,即燕山期中,酸性侵入作用和火山热聚合作用,矿化就分布在环形构造与线形构造的交汇点。这里变质作用深、混合岩化强烈、具体的含金硅化带、石英脉群、构造破碎带、细碧角斑岩、含铁建造、次火山岩及隐爆角砾岩也反映为不同的细线纹状、线纹状、斑状、贝壳状、蠕虫状影像色调,从而建立了遥感找矿标志。同时根据遥感地质信息对本区成矿深度与剥蚀深度作了推断,提出九个矿藏预测区。

星星峡地区在遥感地质研究中突出了基底断块、岩浆火山作用、岩浆扩张隆升作用的研究,扩大了金窝子金矿远景,发现了外围新生界掩盖区的隐伏含金断裂破碎带。

小秦岭地区经过遥感地质综合研究,解译出线性构造 1031 条,环形构造 138 个,总结出寻找含金构造破碎带和含金石英脉的遥感地质标志,新发现一批采金老硐,也发现含金石英脉断裂破碎带 22 条和含金蚀变构造带,提出金矿成矿有利地段 13 个,为扩大金矿远景、深入开展金矿普查提供了依据。

北京大学遥感技术应用研究所在河北张家口地区,根据成矿热液作用 H_2O 、 CO_2 差异所致光密度相关图像等方法在金矿预测中取得很高的找矿效益。

冶金工业部天津地质研究院利用 TM 图像及彩红外航空摄影像片在甘肃北山地区对岩石类型、地质构造、侵入岩体、火山机构和成矿热液蚀变进行了较深入的研究,解译缩制出 1:50 万至 1:5 万地质解译图,有力地配合了金矿普查工作,提出 5 个火山岩型金矿靶区 6 个岩体气液蚀变带金矿靶区,经初步采样及野外验证,效果良好,并已转入详细的普查评价。

山东招远一掖县金矿区的遥感地质研究,经对侵入岩体、环形构造、断裂构造、蚀变带,以及形成金矿的热动力-物质运移的系统分析,提出了新的找矿方向,并开始重视中生代隐伏侵入体蚀变带、岩块边缘及构造交叉地段的找矿,从而开拓了找矿思路和矿产远景。

内蒙古中部地区的金矿遥感地质研究对金矿形成的区域地质构造背景、岩浆变质作用,以及具体的导矿、容矿构造空间,成矿时代进行了全面的分析,总结出七条金成矿带、37 处金矿远景区,新发现金矿点、矿化点 14 处,圈定砂金矿预测区 28 处。

吉林通化地区金-多金属矿产遥感地质研究证实,已知矿床(点)严格分布在环形构造的边缘、内部断裂与线形断裂交汇处,有特定的色调异常标志,在已往普查的基础上新提出三个金找矿靶区。

北京北部山区金矿遥感地质普查发现区域性的东西向、北东向深大断裂带是控制矿产的导矿构造,环形构造是寻找金矿的重要依据,共发现环形构造 170 余个。在已知的 73 个金矿床(点)中位于环形构造内部者 33 处,环形构造边缘者 28 处,占总数的 83%。矿床(点)距环形构造距离大于一公里者仅 16 处,占总数的 17%,其余距离均小于一公里。新发现的 7 个金矿点,也有 5 个处于环形构造的边缘和内部。结合研究资料,预测出金矿靶区 9 个。

云南镇远老王寨金矿田分布在哀牢山环形构造链中,其中小的环形构造与色斑,它的影像清晰(燕山期主成矿)对金矿有直接指示意义。

有色金属及多金属矿产勘查方面,遥感在圈定找矿靶区上发挥了重要作用,仅有色金属总公司系统 1988 年就推断出 65 个靶区,其中新发现矿化 7 处。有的在一年内就快速见到效果。云南地矿局在下关-德钦地区探寻出 7 个找矿远景地段,发现两个富银多金属矿带。

山西地矿局在中条山铜矿区,五台山及关帝庙地区开展内生金属矿产调查,仅关帝庙地区就解译出断裂构造 971 条,环形构造 118 个,圈定出 23 个找矿远景地段。

辽宁有色金属地勘公司利用航卫片解译编制昌图地区的 1:5 万地质图,深入研究了

山门银(金)矿床的控矿地质条件,总结出寻找类似矿床的多次岩浆活动、环形叠加、构造破碎和地层岩性组合模式。

江西地矿局遥感站在钨矿遥感找矿过程中,总结了成矿模式、找矿标志,新发现一批矿床(点)。接着在彭山环形构造上开展综合找矿,发现已知矿床与隐伏侵入体岩峰、环形外斜式张扭断裂及层间滑碎带有关,并存在明显的温度热力分带性,据此提出三个找矿靶区。

铀矿遥感找矿方面,从总结已知矿床成矿地质条件入手,作了大量的对比分析工作,概括出不同矿床的找矿原则和遥感地质标志,发现广东 85% 的已知铀矿床与环形块断隆起有关。浙赣地区与火山机构密切相关。大片花岗岩地区则与小岩体环形构造有关。湘桂地带显示为古岩溶环形影像。河北沽源地区遥感铀矿普查发现并证实 5 类火山机构,并发现大片喷发岩。总结出火山作用,与东西向、南北向断裂构造的复合带有关,控制铀矿分布,找出 6 个远景区,10 个远景地段。

华南地区花岗岩类岩体近代风化壳离子吸附型稀土矿床,在彩红外航空摄影像片上有良好显示,需要进一步系统开发研究。

非金属矿产遥感找矿方面成就也很显著。柴达木盆地盐类矿产普查中,对含盐古湖盆地、第四纪地质、地貌研究方面提供了大量新地质资料。根据航天遥感资料预测罗布泊地区可能存在钾盐矿层,已得到证实。

建材地质研究所用遥感资料对北方 240 万平方公里的建材石料花岗岩类侵入体(含闪长岩、辉长岩)快速进行了全面普查,对 500 多个岩体作出了用材资源评价。华南地区的建材花岗岩遥感资源评价也在开展着。北京地区开展的建材砂石资源遥感研究,求得储量达 61 亿立方米,其中新发现的南流村矿区已建成年产 100 万立方米的生产线。南水北调中线北段工程地质遥感勘查中对沿线 30 公里范围内的建筑石料作了评价,为工程可行性论证提供了可靠的依据。江苏凹凸棒石矿层在航空摄影像片上有明显的标志,大大提高了普查工作的精度和效率,类似的例子在非金属矿产普查也很普遍。黑龙江在红宝石、蓝宝石砂矿遥感普查中圈定出远景区 8 个,新发现矿床 5 处,矿点 38 个。

石油天然气矿田的遥感地质研究也进行了大量的实践,取得了显著的进展,取得了普遍的效果。在各含油气盆地的区域地质构造、深部地质结构的研究中提供了大量重要资料。十几年来石油地质遥感研究部门对我国陆域各含油气盆地结合地球物理、油田探采钻井和其它石油地质资料进行过系统的综合研究,提交了大批研究成果,提出了新的找油气田方向和预测区。近年来又在地表遥感找油气标志上有所发展,例如在拗陷带的块状隆起背景上的烃类云雾状异常——斑块状、圆环状色调、混晕状亮区,油气致使盐渍化,地球化学,地热流等在土壤、水文和植被方面发生异常,成为找油气标志。所以地貌新构造运动标志、油气生物地球化学异常标志的遥感探测方法,在塔里木盆地、内蒙、胜利等油田都有广泛进展。苏北的蓝绿色异常-负地貌-拗陷带的油气田相关标志就是遥感地质找油气的成果。不少油气遥感预测区、影像异常经后来的钻探证实,发现了工业油气藏。

煤田地质遥感近年来取得重大发展,大兴安岭西坡用遥感地质研究了 17 个含煤盆地,其中 4 个是用遥感地质方法新发现的,新增煤炭储量 540 亿吨。广东兴海、曲仁煤田用遥感方法对地质构造作了重新解释,指出 11 个新含煤地段。湘南在煤炭坝外围利用遥感

找到若干含煤远景地段,其中两处已钻探见煤。在安徽、四川、云南、黑龙江、青海进行了泥炭普查,仅四川红原-若尔盖地区就圈定出总面积为 3 145 平方公里的 2 076 处泥炭产地,预计储量为 21 亿吨。

四、扩展了水文地质、工程地质和环境地质应用

开发、利用、保护水资源的水文地质遥感调查近年来有新的进展。继北方干旱、半干旱地区水文地质普查之后,在山西、陕北煤炭能源基地建设、城市工矿区水源保证、内蒙古农牧业古河道找水、沿海地下淡水资源研究、地表水资源及污染调查方面都作了大量工作。例如阿拉善地区找到了古河床水源,解决了油田供水问题,黄淮海平原水文地质综合评价,南方岩溶水文地质遥感图册的编制等,为地下水利用提供依据。

工程地质方面参予了三峡水利工程的可行性论证,编制了长江三峡滑坡、崩塌图集,研究了长江中下游、黄河中下游的河道变迁。对港口建设、航道治理、长江第二航道设计,提供了参考资料。

快速完成若干重点建设工程项目的区域稳定性评价和选址可行性论证。如几个核电站、龙羊峡水库工程地质、环境地质研究,西南若干水电工程勘测等。

在广东大瑶山长隧道铁道勘测设计中对 420 平方公里影响范围内的工程地质、水文地质进行了遥感研究,解译出线形构造 300 余条在隧道轴线 52 公里段内就有 40 多条,其中 28 条穿越隧道。经施工证明 16 条与解译吻合,6 处大量涌水地段中就有 4 处与遥感推测相符合。宝成线宝鸡-绵阳段用遥感方法研究工程病害,解译出 112 条断裂,其中新发现 43 条,圈定地震危险带 4 个,滑坡 323 处,河岸塌落 100 处,为工程整治提供了基础资料。陇海线(宝鸡-天水段)和成昆线两段铁路的崩塌、滑坡、泥石流灾害也正在用遥感方法进行着调查。

环境地质遥感结合区域建设规划,完成一大批调查项目,例如青海湖地区的环境地质调查,太湖地区的围垦、洪汛调查,洞庭湖、鄱阳湖、巢湖、微山湖地区的环境地质调查。完成若干地区的国土资源综合调查,如大中城市、主要工矿区的 1:5 万环境地质调查、长江中下游沿江地带的环境地质调查、陕西铜川市的环境污染调查等。

城市与工矿区的遥感综合调查,配合地矿部 1:5 万城市环境地质调查,已完成百余个大中城市的航空遥感飞行任务,已经开展城市遥感综合调查的有:北京、上海、天津、长春、兰州、广州、南京、连云港、石家庄、西安、郑州、桂林、南宁、合肥,正在进行的有武汉、黄石、芜湖、苏州、沈阳等。北京正在组织第二轮调查。城市及工矿区环境地质调查,除对城市建设工程地质条件,地质构造稳定性、地面沉降、地裂缝,城市环境污染等进行调查研究外,还对城市规划、土地利用、交通、基础设施、园林绿化、蔬菜生产、旅游,考古等开展了广泛的调查,为城市建设、规划和管理提供了大量基础资料,比较深入系统地分析了城市各要素间存在的问题,提出了调整、改善建议。部分城市在遥感综合调查的基础上着手建设城市综合数据库,研究城市发展动态,有的城市还专门建立了资源环境信息系统数据库,如桂林市等。

随着大农业、生态农业、现代渔牧业的发展,农业地质条件的调查研究正在扩展,遥感

方法在这个新领域有着信息丰富、综合揭示能力强的优势。在湖北省农业地质条件研究中发挥了良好的作用。灾害地质的遥感研究正在崛起,除探讨地震、滑坡、崩塌、泥石流、地裂、地陷、沙漠化、水土流失等地质灾害外,依其遥感综合信息和动态探测,正在向更广泛的领域发展并探索灾害系列、灾害地球动力学、灾害规律与预测等灾害学理论问题和监测系统。

地质灾害研究中遥感技术发挥了快速、准确、信息齐全的功能。例如长江三峡、黄土高原、四川丘陵山区铁路、公路沿线的滑坡、崩塌、泥石流研究,高山地区的雪崩,煤矿的冒水、煤层自燃、地面陷落、地震破坏、土壤恶化等方面已经发挥了明显的效益。

五、遥感地质应用理论及方法技术有了明显的发展

近年来航天、航空遥感数据信息的收集、储备、供应有了进一步增长,数字图像处理技术得到发展完善。地物、岩石的波谱研究已经初具规模,航天遥感的信息类型和数量扩展很快精度也迅速提高,航空多光谱扫描、机载细分光谱仪、多道热红外探测系统,机载侧视雷达的应用日益普遍,机载成像光谱仪也开始使用,加上航空物理探测技术的发展,如航空电法,航空高精度磁力、放射性探测已经构成比较先进强大的航空遥感技术系列。资源卫星的地质地面对照试验工作也已着手组织开展。

数字图像处理系统及其处理工艺得到进一步完善发展,除原引进的 8 种软件包, 220 个软件经过消化应用外,各部门进行自行开发、移植,自编了 250 个软件。研制出微机图像处理系统、图像图形制图方法、遥感物化探及其它地质资料的多数据源信息综合方法已取得初步成效。并逐步向计算机辅助解译、机助制图、专家系统、地矿数据库方向发展。

遥感地质应用的理论也在日益发展,从遥感信息中导引出的新地质理论越来越受到地质学界的重视,总之遥感地质的技术装备水平,应用方法水平已经发展到比较成熟的阶段,在地质矿产调查中起着重要的推动作用。

六、前途展望

纵观二十多年我国遥感地质应用的发展过程,从无到有,逐步发展壮大,由试验探索到实际应用,取得了明显的经济效益,对地质科学的发展和地质事业现代化建设起了推动作用。遥感地质方法在地质学科不同领域的广泛应用,它的技术装备和工艺水平有了相当的发展。遥感地质的科学重要意义和经济技术价值,以及技术发展的巨大潜力,开始引起地质学界的密切关注。遥感地质专业队伍经受了多方面的锻炼,各专业领导部门比较重视遥感地质应用的发展,并寄托以重望。我们相信遥感地质应用在今后地质矿产调查和配合经济建设、发展科学技术中会发挥更大的作用。但是不能忽视发展中的差距和教训,主要表现在地质应用专业研究工作薄弱,应用理论水平有待提高,技术装备水平存在差距,人力财力投入分散重复,缺乏全行业的总体科技发展规划,对遥感技术的作用、潜力和效益发挥得不足等方面。为了适应新的发展形势,应该引起有关方面的重视。

1. 紧紧追踪遥感技术的发展动态,引进研制新的技术、工艺,随时更新设备、扩大信息

来源,配合国家遥感科技进步和发展,向先进水平迈进。

2. 重点发展与地质应用有关的信息处理、专业解译、多学科综合的现代化、专业化方法技术系列,并争取与地质学科相邻的专业横向交融、对接、构成应用网络。

3. 加强地质应用的专业基础研究和理论探索,探索岩石圈微细结构差异的揭示能力和微量地球化学元素、气体、液体组分的相关规律,研究微弱、隐晦的地质特征,特别强调扩大应用范围,提高应用水平,为更新地质理论作出具体贡献。

4. 加强遥感地质方法与其它地质工作方法技术的紧密配合、使遥感地质工作方法技术成熟化、规程化,尽快编入地质调查方法的大系统,促进地质工作的现代化,实现科技发展总体规划。

5. 提高遥感地质专业人员的科学技术素质、随时了解地质学科的理论新动向,遥感技术的新发展,加强专业应用探索试验,以推动遥感地质理论和应用的不断发展。

6. 从学科规划上要有超前意识、提倡理论探索、同时强调具体地解决地质矿产实际任务。应该进行更高层次、多学科系列、重大工程的大系统联合攻关,才能更好地发展遥感地质应用。例如全球性的地质对比计划,全球地质系列图的编制,全球地质环境动态趋势研究,广义灾害学与全球性热动链研究与环境、灾害预测,水资源环境研究,行星对比地质学研究,区域矿产资源、地质能源综合开发,区域综合经济开发规划等。

7. 广泛开展国内外学术交流与科研计划合作,加强导向性研究和制定专业、行业科学技术发展总体规划。

遥感地质兼跨遥感科学技术和地质学科的双重领域,除密切配合地质学科发展外,更应该强调遥感技术的及时导入地质调查勘测,参照其它专业应用发展,在遥感地质应用领域作出更大的贡献。

The Promotion of Remote Sensing Technology in the Development of Geological Research and Mineral Resources Exploration in China

Chen Yinxiang

(Center for Remote Sensing in Geology)

Abstract

This paper reviews the history on developing airborne geological exploration and remote sensing technology as well as their present situation during last thirty years in China and enumerates a lot of main achievement and progress in advancing and substantiating geological theory, accelerating the regional geological exploration, promoting the reconnaissance survey of mineral resources, extending the prospect of geological resources, improving the survey work of hydrogeology, engineering geology, environmental geology, urban geology and disaster geology. The theory, methodology and technology in geological remote sensing application is developed obviously.

According to the developing trend of remote sensing technology and geological theory, the prospect for geological remote sensing development is proposed. Recent achievement is tracked and the theory of geology is renewed. The potential of remote sensing is developed further.

Strive for making a more contributions to the theory of geology exploration of mineral resources, environmental geology and so on.

Key words geological Remote Sensing Regional Geology Research Mineral Resources Environmental Geology Protection of Geological Disaster Global and Interplanetary Correlation Research