

50年来中国地质科学技术进步与展望



50年来中国地质科学技术进步与展望

中国地质学会 2000 年中国地质研究会

张炳熹 主编

地质出版社

50 年来中国地质科学技术进步与展望

科学顾问 程裕洪

主 编 张炳熹

副 主 编 王泽九 陆春榕

中国地质学会 2000 年中国地质研究会

科学顾问 程裕洪

会 长 张炳熹

副 会 长 王泽九 张之一 肖庆辉 陈小宁

秘 书 长 陆春榕

副秘书长 洪大卫 贾跃明

会 员 (按姓氏笔画为序):

马 力	马秀兰	王志雄	田在艺	刘崇礼
刘树臣	毕孔彰	沈时全	吴功建	李贵书
李晓波	何长虹	张良弼	姚培慧	赵文津
哈承佑	禹启仁	康一子	夏宪民	苗培实
高 锐	蒋 志	彭维震	钱绍新	谭廷栋

关于我国地质科学技术工作持续发展的问题^①

(代 序)

我国将在下个世纪中叶基本上实现现代化,建成富强、民主、文明的社会主义国家。为了实现这一目标,我国政府把实施“科教兴国”和“可持续发展”战略作为推动经济和社会发展的关键因素。进一步加强和做好地质科学技术工作是实现这个战略目标的组成部分,这对地质科技工作提出了更高的要求 and 繁重的任务。

一、地质科学技术工作面临着多重社会挑战

近代地质科学和地质科学技术工作,经历了 200 多年的发展进程,通过认识自然达到利用自然,正在揭开保护和改造自然的新的历史篇章。这个进程还将持续向纵深发展,可望捷报频传,不断取得新的成果。当前,不断增长的人口和人类活动,加重了对土地、矿产等自然资源的需求和压力,也造成了对空气、水和土壤越来越严重的污染。人类活动及其影响对自然环境的破坏程度和速率,已足可与自然过程相比拟。面对当今资源、灾害、环境等重大社会挑战,地质科学技术发展与社会的关系日益密切,并正迅速向保护和改造自然——人类的生存环境方向迈进。从地质科学技术工作的实用性考虑,它正逐步由以矿产资源—能源为重点的时代进入到更加强调社会与环境的时代。

在这一历史性的转折时期,地质科技工作者的社会责任比以往更加严肃和广泛,即不仅要为继续提供矿产、能源、地下水等资源作出贡献,还要考虑如何安全处置有关的废物、规划土地利用、避免地质环境恶化,以及对付和减轻因地震、火山、崩塌、滑坡、泥石流、海岸侵蚀、海啸和人类地质营力引起的灾害等。为了达到上述目的,就需要不断对地球的岩石圈及其他圈层的物质组成与演化以及有关地质作用的过程不断进行研究,以便获得更全面和深入的认识。由此给地质科技工作者提出了多方面的挑战和任务。

1. 认识自然方面

迄今人类在地质科学范畴所达到的认识深度和广度,总的来说还有很大程度的局限性。地质科技工作者的智力挑战正来自这方面的不足,以及地球尤其是它的表层组成和结构的复杂性。看来进一步揭示地球的组成及其形成过程,尤其是了解地球多圈层之间的联系和相互作用,是建立新一代地质知识体系,为人类深入认识自然,更好地利用自然,以

① 1999 年 12 月 7 日下午在九三学社中央院士委员会“展望二十一世纪科学技术”报告会上的报告。

及有效保护和改造自然提供知识基础的重要课题。另外,地质科学在不断向海底、极地、高山、空间和深部延伸的同时,对大陆地层浅层大量宏观与微观地质特征和现象,也仍处在不断加深认识与反思的过程中。

2. 自然资源方面

它的日益增长的需求量的压力,对于我国这样处于经济高速增长中的国家来讲尤为明显。例如,我国已找到 170 种以上的矿产,探明了大量可利用的矿产储量,其中煤、钨、锡等的一些矿产的储量已列世界前茅。但因我国人口众多,经济建设规模巨大,已探明矿产储量中,许多还满足不了当前建设的需求,有的缺口很大,而且随着建设的发展,难以满足需求的矿种将越来越多。据预测,如果近期在国内矿产勘查方面没有重大突破,到 2010 年以后,我国仅有 10 多种矿产能保证需要。因此,持续提供经济建设所需的矿产、能源矿产和地下水资源,仍然是地质科技工作为维持社会—经济发展的核心任务(包括在国外进行某些矿产和能源矿产勘查地质工作)。它主要涉及下述问题的研究:

(1) 区域成矿背景和成矿作用的研究,为隐伏矿、深部矿、难找矿的预测、发现、勘查和评价提供理论指导。

(2) 矿产勘查技术方法及有关的应用基础研究。包括原有地球物理、地球化学勘查方法的改进和新技术的开发、勘查工程技术的改进和新技术的开发以及有关的理论研究,以便能多快好省地发现和勘查矿产和能源矿产。

(3) 多组分矿产以及难选矿石和贫矿的物质组成与综合利用的研究,不断提高选矿的回收率和精矿品位,以扩大矿产资源的利用率。这里还涉及矿物学和选矿技术等方面的基础研究。

(4) 已知矿产的新用途及其综合利用的研究。

(5) 岩石、矿物的物理和化学性能的研究和开发利用。这将导致新材料和新能源的发现。

(6) 矿产资源开发与环境协调发展的研究,可提供维护自然环境的资源开发方案和相应的技术措施。

(7) 矿产资源的有限性和承载能力研究,可为社会经济的持续发展提供战略依据。

3. 地质灾害方面

我国是有史以来发生灾害种类最多、受灾害最严重的少数国家之一,地质灾害造成了重大的经济损失和人员伤亡。人类活动也可引起像滑坡和地面沉降这类地质灾害。为了监控和预测灾害的发生和规模,减轻其后果,必须了解控制灾害的作用过程,并进行多方面的工作,如:

(1) 灾害的实时监控和基础数据、资料的积累、存储、分析、处理、解释和传播。

(2) 重大工程建设所诱发地质灾害的调查与监控研究。如山区铁路干线、重大水电工程,以及三峡工程、南水北调工程等。要重点开展种种有关的地质灾害以及坝基稳定性、坝基或坝区渗漏、库岸浸沉、诱发地震、水库淤积、生态环境等的调查与监控研究。

(3) 地质灾害发生的机理与趋势研究,为灾害的预防和减轻提供理论指导。

(4) 地质灾害防护工程和治理技术研究。

(5) 地质灾害风险性评价和可承受风险的研究。

4. 环境方面

土壤侵蚀、水源污染、生态恶化、不适当采掘活动和废物处置等造成的危害，已对人类本身及其生存环境造成了极大的威胁。避免加深恶化地质环境、破坏环境诸和发展的损失，已成为地质科学面临的现实挑战。这涉及到：

(1) 把人类活动作为一种重要地质营力的研究。由于人类活动对自然作用的叠加，加速了自然作用过程，并且不同程度地改变着地球的气候和环境，以致危及到人类在地球上的可居住性。这就把人类活动纳入了地球表面演变过程的研究，从而扩大了地质科学研究的广度和深度，促进了自然科学与社会科学的联姻，而且开始成为人类认识自然的新的出发点。

(2) 土地利用与规划的地质研究。详细了解地质条件对房屋建设、运输、工程和工业发展规划以及对于与巨量物质（矿产、建材等）开采有关的规划管理。

(3) 废物（含核废料）处置的地质工作。现代社会发展和经济建设产生了大量废物，其中有些还是化工产品和生物的复合物。我们需要研究妥善处理这些废物的地质条件，提供具体建议，以免危害子孙后代。

(4) 城市（环境）地质研究。主要包括涉及三废污染、水资源开发所产生的环境负效应，如水源枯竭、地面沉降、海水入侵等，以及涉及地基沉陷、城市垃圾处理等问题。此外，还应开展城市环境质量评价与趋势预测，为城市规划、建设服务。

(5) 环境地球化学研究。由于天然痕量有害金属和放射性物质对人类健康、动物和植物的危害，因而环境地球化学对卫生和农业有着社会性的影响。

(6) 农业地质研究。如区域地质和生态背景与农业布局、水土流失的地质评价与治理、土壤中痕量元素与农作物生长、土壤的地质分布与改良、岩石矿物新肥料、土壤中有有效矿物组分对改善农业生态环境效应等问题的研究。

5. 全球变化方面

全球变化研究的目的，是了解和描述控制整个地球系统的各种物理的、化学的、生物的作用过程及其相互之间的作用，提高人类预测全球环境变化的能力，重点阐明地球系统在几十年到几百年内发生的主要相互作用和变化。由于地质记录中蕴含着大量过去全球变化的信息，为了预测连续的环境变化及其对地球生物圈的影响，我们必须通过再造过去的自然变迁而获得历史观。再结合人类活动的影响，可以推测未来可能发生变化的趋向，并以此验证和核对其他方面研究提出的各种区域性或全球性预测模型。这一课题对于以往擅长长尺度地质演变的地质科学来说，既是严峻挑战，又是难得机遇。根据当前的认识，地质科学技术在下述领域将可发挥应有的作用：

(1) 深海沉积、黄土和红土古土壤、湖泊沉积、岩溶堆积、冰心等的古气候和古环境的观察、记录与再造。

(2) 岩石圈及地内作用对地球气候和环境的影响研究。

(3) 重要地史时期的古气候和古环境再造。

(4) 全球水文循环与古气候旋回的相互作用与物质能量交换，等等。

二、基础地质科技工作应得到长期、持续、稳定的支持

经历了 45 亿年以上的地球记载了从地壳、海洋和大气圈形成到生命演化的连续变化史。大陆和大洋、各种矿产资源（包括燃料和地下水）以及人类起源和现在居住的环境，都是这种连续变化的产物。大自然作为一个伟大而复杂的天然地质实验室，它和它的实验产物（矿物、岩石及其构成的各种地质体）中蕴藏着大量的地质信息。通过对它们进行全面、系统的野外地质调查和相应的室内测试、鉴定、研究，力求最大限度地揭示出这些信息并使之服务于人类社会的不断发展，是地质科学和有关技术工作者长期奋斗的目标。这就决定了这类工作一般都由野外和室内两个部分组成的特点，而绝大部分的地质理论正是以野外调查所获取的科学资料为基础的。这是地质科学的一大特色。由于地球尤其是岩石圈的相对不均一性，因而人们对地质特征和地质现象所取得的一些规律性认识，除了具有全球的共性以外，往往还有更多的地区特殊性，这也正是地质科学有别于一些其他自然科学（数学、物理、化学等）的地方。因而世界上绝大多数国家的地质科技工作主要都是由野外调查和室内研究密切结合的地质调查所（局）来承担的，一些面积较大的国家，除全国性的机构以外，还有数量不等的地方调查所（州、省等）相配合，高等院校的地质、地学系以及一部分国家为数不多的专业研究机构也从事一定的有关研究工作。进行这些工作的人员，一般也兼具野外工作和室内实验、测试、鉴定、研究的能力。

由于地质科学是一门应用性和探索性都很强（而二者常常又难于严格区分）的自然科学分支，因此，基础地质科学技术工作必须包括两方面内容。第一是大量与以矿产为重点的自然资源、环境和灾害问题有关的基础性工作。它涉及人类对气圈、水圈、生物圈、岩石圈及地球更深部位、宇宙空间，乃至人类本身活动场所及其引起的效应等的大面积系统调查研究（考察）或观测（探查）记录，从事积累基础资料、测制和编绘有关图件，及相关的科学技术工作，当然也包括发展高新技术研究所做的一些基础工作等。这些工作既是开展基础科学理论研究工作的基础，又与社会经济发展的有关工作关系密切。第二是它的基础学科及有关学科的基础与理论研究，特别是地质科学前沿的理论研究。主要涉及上述地球系统几个层圈的形成演化，各自的组成、结构与动力学，以及各个层圈间的相互耦合和作用。这一层次的基础研究，对于争取实现科学突破、拓宽开辟研究领域、培养造就高层次科技人才以及参与开展国际科学竞争与合作等，都起着不可替代的作用，同时也是带动和保证基础地质工作水平不断提高乃至整个地质科技持续发展的源头和先导。由此可见，发展我国地质科学和有关技术，基础性工作与理论研究都十分重要，不可或缺。而从社会经济角度的角度考察，基础性地质工作又处于更突出的地位。因此，在国家宏观政策指导下，使二者合理配置、协调发展，是发展我国地质科学技术的战略问题。

然而，我国地质科学技术工作还缺少一个涉及全部陆地和大陆架的包括上述两方面内容的全国性中长期发展规划，这不仅造成长期以来地质理论与基础性地质工作以及专题地质科学研究与基层地质工作不同程度的脱节，而且导致部门分割、低水平重复、数据资料不能共享和充分利用、大量信息被尘封日久局面。尤其是国家和部门在发展科学技

术工作中,既要认真落实“稳住一头,放开一片”的方针,又要充分考虑和照顾到基础地质科学技术工作所必须包括的上述两方面的内容,而其中的基础性地质工作又主要是属于基础性、公益性、战略性的、野外与室内结合、点面结合的调查研究工作这种特殊情况,从而使整个地质科技发展能得到应有的重视和支持。前一个时期内,我国基础地质科技工作由于没有类似于国外地质调查局(所)的强有力的事业机构来组织和实施,被严重削弱了。用于实际工作的经费逐年下降,仪器等设备难以及时得到补充和更新,从而严重地影响到有关地质基础数据资料的系统和连续的获取与收集。许多地质科技人员在工作中未能做到野外与室内两个环节的密切有机结合,也导致工作成果质量的下降。此外,由于经费不足,待遇普遍偏低,地质科技人才(尤其是中青年骨干)的流失十分严重,由此将可能使我国 21 世纪的地质科技发展受到人才匮乏的严重影响。这同我国地质科技工作当前和今后所面临的重大社会挑战正好形成鲜明的反差。很显然,任其继续发展下去,不仅会给我国地质科学技术的发展与应用造成阻碍,而且从长远看,将会严重影响和制约我国有关资源、环境和灾害问题的缓解,进而在一定程度上将成为我国社会经济持续发展的重要限制因素之一。这当然是我们应该力求避免并立即着手解决的。为此,必须将基础地质科技工作作为我国社会经济发展的一项重要基础工作来对待,给以持续、稳定(尤其是经费方面)的支持。

当然,自从 1998 年 3 月国务院机构改革以来,有关我国地质科技工作体制范畴的情况已有明显变化,不仅政事企的分野局面日益明朗,在新成立的国土资源部,还建立了事业实体——中国地质调查局,并正在组织和实施以区域地质调查研究为基本工作内容的国土资源大调查计划,因而基础地质科学技术工作有望得到加强。同时,通过野外和室内的不断科学实践,加速培养与欧美科技强国地质调查局(所)所拥有的高水平科技梯队相比美的地质科技队伍的愿望,也即将实现。

三、不断推进我国地质科学技术工作发展的几点措施和建议

当前,许多发达国家为了未来的生存、发展和保持它们在某些方面的优势和领先地位,都在研究、制订 21 世纪地质科技发展战略和规划,以便在规划经济、社会发展中取得高质量的科学信息作出明智的决策。为此,我们也应该站在全国和全球的层次去思考地质科学的未来,充分认识我国地质科学技术工作的近期任务和长远使命,采取有效措施,不断提高我国地质科学技术工作的水平,更好地为社会主义现代化建设服务。

1. 制订全面规划

当代地质科学技术发展是一项十分复杂的系统工程,它既涉及到地质工作的总体部署、发展方向和科学技术目标的确立、战略重点的选择及相关学科与技术布局等地质科学技术工作本身的要素;又涉及到资金投向与分配、技术配套与研制、人才教育与培养、队伍组织与科学管理等直接的约束因素。上述几方面在很大程度上综合决定着整个地质事业和地质科学技术发展的全局。因此,需要由国家主管经济、社会发展的部门牵头,会同有关部门,根据社会主义市场经济条件下我国经济、社会发展的需求,借鉴国外经验,制订

今后一个时期内全国地质工作及地质科技发展的规划和计划,以便进一步提高我国的地质研究程度和地质科学技术整体水平,为国家经济、社会发展提供更多的矿产资源和地质资料。

2. 加强事业性地质科技工作

事业性地质科技工作也就是上面提到的基础地质科技工作,它包括区域地质调查、区域地球物理及地球化学调查、区域水文地质调查、国土生态环境调查等等以及有关的基础与理论研究和有关技术方法研究。事业性地质科技工作既是地质工作中的基础工作,又是地质工作中一项最基本的科技工作,其中心任务是从认识自然入手为矿产资源勘查、国土规划与整治、地质环境保护和自然灾害防治提供高质量的科学信息,以保证决策的科学化,保证地质事业及有关经济建设持续、稳定、协调发展。因此,在地质工作深化改革、调整结构、转变机制过程中,应严格区分政、事、企三种不同性质的地质工作和地质机构,建立与完善国家级及省级事业性的地质调查研究机构及调整充实其他必要的地质研究机构。

3. 加强地质科技人才的培养

地质事业和地质科学技术能否取得大的进展,地质事业的发展能否适应国家经济、社会发展的需求,归根到底,取决于是否有一支立志献身于祖国社会主义事业的高水平、高素质的地质科技队伍。因此,要采取相应的有效措施,加强科技人才的培养,造就一批跨世纪的地质科技人才,形成一支精干、高效的科技队伍。要提高科技队伍的整体水平和素质,通过学校教育和科学实践使他们具有扎实的理论基础和宽广的专业知识,一专多能,具备较强的对野外地质现象观测、鉴别的能力,掌握现代科学技术和有关的实验技能。要注意培养和选择一批年轻的专业和学科带头人,重点培养,给以必要的经费、工作条件、生活条件的支持,形成一支高水平的兼具野外和室内丰富工作经验的专业和学科带头人队伍。同时要培养一批有科技知识、懂科学管理的管理人才。

4. 改善仪器设备条件,加强管理

对现有仪器设备要加强管理,有的要专管共用,发挥效益。国家及部门开放实验室要认真贯彻“开放、流动、联合”的方针,在专业和学科发展与人才培养方面起到核心和带头作用。要进行仪器设备的研制、更新、改造,提高实验、测试的精度和水平。对那些急需而国内目前又难以制造的仪器设备要引进一批。同时要继续开展仪器、设备及实验研究原理及技术方法的研究,不断提高实验研究工作的质量和水平。

5. 作好公益性、基础性地质资料共用、共享

上述事业性地质科技工作的绝大部分是公益性和基础性的工作,而且是由国家投资进行的,其主要工作成果是国家经济建设、社会发展以及科学研究所不可缺少的基础地质资料,理应无偿提供全社会各部门和科技人员使用,最大限度地发挥其作用。世界各国,包括欧美各国都执行这一惯例,我国过去也是这样做的。但近 10 多年来,特别是由计划经济转向市场经济以后,由于认识上的误解和管理的问题,有关单位为保护本身的经济利益,出现了封锁资料、互相保密、高价出售公益性地质资料的现象,严重阻碍了这些资料作用的发挥和科技进步。因此,应该进一步完善或制订公益性、基础性地质资料共享的措

施和办法。除解决思想认识、科学道德、管理办法等方面的问题外，要参照国际通行的原则，正确区分和界定公益与非公益地质资料的界限和种类。属于公益性地质资料应制定切实的可操作的办法，以及必要的奖惩办法。

6. 加强国际合作和交流

改革、开放 20 年来的经验充分证明，加强国际合作和交流是推动我国地质科学技术快速发展的一条必由之路。在科学技术迅猛发展的今天，任何一个国家如搞封闭，其科学技术必然要落后。特别是地质学是涉及整个地球系统的全球科学，更需要广泛的国际合作与交流。要妥善处理借鉴与独创的关系，要善于吸收、引进国外一切先进的地质科学理论和技术方法，又要结合我国的地质实际，有针对性地进行消化、吸收和创新。要积极参与国际性合作项目，开展双边或多边合作和交流。要通过合作与交流，更快地提高我国地质科学技术水平，培育出一批具有全球视野的高水平科技人才。要创造条件，开辟经费渠道，为科技人员、特别是年轻科技人员提供进行国际合作、交流的机会。

前 言

本书是《中国地质学会 2000 年中国地质研究会》的部分成员为庆祝建国 50 周年分别编写的自建国以来至 1998 年 3 月国务院机构改革前各有关部门的地质科技发展概况的回顾和对前景的展望。

无庸讳言, 作为政府部门的地质工作自然是以解决与经济建设有关的实际地质问题为主, 包括能源、矿产、地下水, 以及工程建设、环境保护及地质灾害防治等。这些方面所要求解决的中心问题不尽相同, 如上述前三类即要求找到适于开发利用的产地并求出一定储量, 以保证我国经济建设的需要; 后两类则需要依照现场取得的实际资料与数据, 作出科学的评价和进一步建设改善或防止环境恶化的合理设计。归根结底, 都是以正确了解自然的地质条件和掌握一些规律性认识为基础, 进一步取得实际需要的矿产储量或其他科学技术数据为目的。

由此可见, 在实际的地质工作中, 并不是单纯地按照生产需要采取某种或某些技术手段就可以取得满意的成果的。世界上各地区的地质情况虽然都受长期演化的地质规律所支配, 但实践表明, 在某一地区或地点, 有其自身的局部特点, 甚至还有未被认识的规律是在所难免的。技术手段的运用, 必需切合实际情况, “对症下药”就是一个确切的比喻。

因此, 在不同部门的地质工作中, 都不同程度地对不同性质的地质科学研究予以重视, 并不断地有新的认识。技术方法方面也随着工作的开展, 需要探测和找到的对象愈加隐蔽, 存在条件也更复杂, 因此技术方法也必须与之适应。科学与技术是第一生产力, 在地质工作中表现得尤为明显。

地质工作除了以地表出露的实际情况为依据外, 还需用种种技术方法取得未出露的地表之下的信息及取得实物样品。各方面的实物还需室内测试得到更多的信息。因此, 地质工作中所需要开展的野外及室内的工作方法与技术是多方面的。

回顾过去 50 年来, 我国的地质工作在党和国家的重视和领导下, 取得了巨大的成就。本书依照研究会成员中实际工作的各个方面, 按概况、基础研究、能源和各类矿产、各类技术方法分别由其所在各有关部门长期在地质工作技术领导及科技规划管理岗位上的同志及多年从事研究工作的同志分别撰写, 具体情况书中的各篇章都有充分的表达。就地质科技的发展而言, 概括起来其发展过程与建国以来的历史条件相适应, 大致有两个阶段, 目前正在跨入第三个历史阶段。

1. 中央计划经济阶段

本阶段即前 30 年阶段。这个阶段的初期是由旧中国薄弱的地质基础经过大发展而建立起各部门的庞大地质队伍和有关的研究单位、学校和仪器设备制造工厂。地质科技方面, 前 10 年是以学习前苏联为主, 但也有我国发展的独特学说和实践中的新发现、新认识。后 20 年 (1960~1980 年) 虽有 10 年动乱的干扰, 但经过铁矿会战后, 适当地总结了经验教训。石油、有色金属等方面的工作在不利的政治环境中, 科研、勘查、技术方法各

个环节也取得了一定的重要成果。体制上的特点是政企或政事没有分开或没有严格分开。

2. 改革开放阶段

十三届三中全会以来,开始贯彻改革开放政策,地质战线上的突出表现是:①引进了大量的新仪器,在岩矿测试方面取得大批的多种新数据;②通过加强对外交流,如外出参加并在国内举行国际会议,派出人员访问、进修;勘查技术方面采取引进和自力开发并重。在此形势下,了解国际动向,引进新思想,了解新发现,使我们的地质科研、勘查、教学等方面都不断出现新的发展。在此阶段,各部门针对当时的重大地质科技问题组织攻关,这为下一步的发展做了准备。体制上开始探索政事、政企分开的改革途径。

3. 第三阶段

自1998年国务院各部门重组,原地质矿产部与国土局改组为国土资源部;1999年原各工业部门的科研院所并入企业;国土资源部《新一轮国土资源大调查纲要》的提出,以及中国地质调查局的成立与中国地质科学院的重组和各省地质队的属地化,标志着随着改革开放的逐步深入和完善,这一阶段的地质工作必将出现一个包括政事、政企分野情况日益明显的崭新局面。

在回顾过去50年来的成就的文章中,还有近年来随着改革开放的不断深入,社会主义市场经济的逐步建立,地质工作应如何适应新形势的有关论述;社会经济的持续发展,对地质工作的需求是多方面的,服务的领域不断扩大,为地质科技的发展提出了新的机遇与挑战。过去积累的大量具体问题的调研成果,需要我们汇总综合,使之系统化,提高我们认识的深度。过去不熟悉的问题,需要我们去探索;复杂的、涉及多方面的地质问题需要我们发挥多学科协作的优势,集中兵力逐个解决重大的基础和应用问题。立足本国,放眼世界,吸取他人之长并发展有自己特色,使之能高效地解决我国重大的地质科技理论和实践中的重大问题。

在管理体制方面,近年来已明确地把地质工作分为公益性和商业性两大类,以适应我国建立和健全社会主义市场经济的需要。这无疑又给我们的地质工作的发展指出一个新方向。同时,也给我们提出了一系列新问题,促使我们考虑如何从老传统中解脱出来,面对新的机遇和挑战。

再者,由于各部门的工作对象、所遇到的具体问题不尽相同,由此而得的实践经验和理论认识也很难完全一致。为了反映各方面的实况,在编辑过程中一律未加更动,求同存异、互补互励,深思已往,共创未来,这是大家的共同愿望。

因为时间仓促,虽然执笔者都是久在地质战线上有丰富的实践和技术工作领导经验的老专家,但由于概括的范围广、时间跨度长,难免有不当或错误之处,还请读者、特别是有关的老领导,不吝提出指正。

在组织编写本书过程中,作者们不仅参考了一些公开发表的文章(如中国区域地质、当代中国地质事业、中国石油地质志、中国矿产和中国矿床,等等),但由于篇幅所限未列出参考文献,同时对有关部、委,研究院、所,信息部门所撰写的资料和成果进行了参考;在出版过程中,又得到地质出版社领导和有关同志的支持,在此一并表示感谢。

谨以此书作为《2000年中国地质研究会》庆祝国庆50周年的献礼。

张炳熹

目 录

关于我国地质科学技术工作持续发展的三个问题(代序)	程裕洪
前言	张炳熹
50 年来的中国矿产地质科技进步与展望	陆春榕 张辉旭 (1)
中国基础地质研究 50 年的回顾与建议	陆春榕 何长虹 (8)
50 年中国油气地质科技进步与展望	田在艺 康一子 (17)
煤田地质科技工作 50 年的回顾与展望	刘崇礼 (27)
冶金地质科技 50 年的回顾与展望	姚培慧 (34)
50 年中国有色金属地质科技进步与展望	马 力 (42)
50 年中国非金属地质勘查科技进步与发展对策	陆春榕 (48)
水文地质学与工程地质学 50 年的回顾与展望	张之一 哈承佑 (59)
50 年来的环境地质研究进展与展望	哈承佑 张之一 (65)
中国地球物理勘探 50 年来的发展	吴功建 (70)
中国深反射地震研究及其主要成果	赵文津 冯昭贤 (77)
地球化学勘查 50 年的回顾与展望	李善芳 (86)
中国地质实验测试技术 50 年来的发展	马秀兰 (92)
中国探矿工程技术 50 年来的发展与展望	王泽九 陆春榕 (104)
后记	王泽九 (110)

50 年来的中国矿产地质科技进步与展望

陆春榕 张辉旭

(中国地质科学院)

旧中国由于政治动乱,经济凋零,地质工作发展十分缓慢,全国从事矿产的科技人员寥寥无几,虽然对许多矿床作过调查研究,但没有进行过系统勘查。当时全国只有 14 台钻机,37 年累计钻探进尺仅 17 万米,探明储量的矿产仅 18 种。新中国成立 50 年来,在党和政府的关怀下,广大地质科技工作者根据国家经济建设和社会发展的需要,分别对铁、锰、铬等黑色金属资源、化肥矿产资源、有色金属铜、铅等和稀有稀土及放射性矿产资源等进行了大量的调查研究、勘查与开发工作,使矿产地质科技工作有了旧中国无法与之相比的长足进步。50 年来大量的比较系统的矿产普查勘探工作、矿山资源开发工作、区域地质调查填图工作和地质科学研究工作,有力地推动了我国矿产地质科技工作的大发展,取得了辉煌成就。

一、矿产地质勘查与开发工作有了很大的发展与提高

一是矿产勘查工作取得了巨大成就,探明了大量矿产储量。迄今,我国已发现矿产 171 种,探有勘查储量的矿产 153 种,以及地下水和矿泉水等。已发现的矿床、矿点 20 余万个,经详细工作的近 2 万处。我国矿产资源在世界上有举足轻重的地位。我国矿产储量和产量居于世界前列的矿种有 20 余个,其中不少矿产在国际上享有盛誉。我国储量居世界前列的金属矿产有钛矿、钨矿、锑矿、锡矿、铋矿、稀土矿、钒矿、钼矿、汞矿等。其中钨、锑矿是中国的优势矿种,无论是储量还是产量均遥居世界之首;我国拥有世界上最大的铋矿山——湖南柿竹园钨锡钼铋矿山,是世界上独一无二的超大型矿床;我国素有“稀土王国”之称,稀土储量占世界总储量的五分之四。我国非金属矿产储量居世界前三位的有 10 余种,其中石膏、石墨、萤石、滑石、硅灰石、膨润土、芒硝、菱镁矿等居世界第一、二位。50 年来,我国已实现了从解放初期的矿业小国到矿业大国的飞跃,为我国经济建设和社会发展提供了大量可供工农业开发的矿产资源,基本保证了我国社会主义建设对矿产的需求。

二是在可靠的地质资料基础上,在成矿区带上扩建和新建了一批向综合性发展的矿山基地。通过矿产的调查研究和对已知矿点的再认识以及应用较新的勘查技术方法,不断扩大了许多矿床的储量和矿种,进而扩建和新建建立起许多矿山基地。如鞍山、大冶、攀枝花、迁安铁矿和江西的钨矿、铜矿等,甘肃的铜镍铅锌矿等,陕西的钼矿、金矿等,内蒙古和新疆的稀土、稀有矿,广西、云南的锡矿和西北的盐类矿、石棉矿,昆阳、开阳、襄阳、浏阳等的磷矿等等。同时,由于选冶技术的提高,许多低品位的伴生金属可以综合回

收，遂使单一矿床成为复金属矿床；有的围岩如矿床之交代岩（硅灰石）也可以开采利用。这样，过去以某一金属为开采利用对象的矿山基地很自然地向着综合性开发方向发展，既可以是有色金属基地，又可以是化工、建材的原料生产基地。这些逐步综合发展的矿山基地，对矿产的综合利用和资源保护，充分利用成矿区带中的矿产资源为四化建设服务，必然起到很大作用。

三是通过较为深入的室内外研究，对比世界上其他已知矿床，从工业利用上和成因上建立了许多我国典型矿床实例和大批成矿区带。对 50 年来勘查的几百个重要矿床地质资源进行较为系统的总结，构成了我国主要矿床实例。基本总结和搞清了许多典型矿床的矿体形态、矿物组成与赋存状态、矿石综合利用及其经济效益，确定了矿床的工业类型；深入地研究了矿床的区域成矿地质背景，掌握了矿床的时、空分布特征；结合同位素、微量元素地球化学特征和包裹体的测定，深入研究了矿床的成矿机理和成因，达到了一定水平。总之，已初步地建立起我国矿床的工业类型和成因类型，新发现了 30 多种特大型矿床。还发现了斑岩型钨矿、钼矿，斑岩型铅锌矿、盐湖超大型铯矿等少见的矿床类型。当然，矿床的成因是一个复杂问题，不是短期内能够解决的，只能随着工作程度的提高和科技水平的发展逐步深化认识。

四是矿产开发利用取得重大进展。为了最大限度地发挥矿产资源的效益，50 年代我国就重视了矿产的综合利用问题。矿产如何充分利用，首先是通过矿石的分析鉴定，较彻底地弄清矿石的物质（矿物、金属和非金属元素）组成后，再经过选矿、冶金等工序来决定的。因为重视了矿石矿物及其共生组合以及选矿与冶炼的矿石物质成分、矿石结构构造、赋存状态等的研究，我国不仅掌握了各种成熟的冶金、选矿工艺，而且在某些矿石处理的工艺上，如钽铌磁铁矿的选矿工艺和高炉冶炼等有所创新，获得国家专利。随着我国许多矿山的大规模勘查开发，矿山地质工作和矿产资源技术经济评价及地质经济学等方面不断获得发展。这门矿山地质学将发展成为我国地质科学的一个重要分支。

二、矿床地质研究取得了很大进展， 发展和提高了成矿理论水平

50 年来，特别是改革开放以来，我国矿床地质研究已进入用多种方法和手段定量研究矿产的成矿条件、成矿机理、成矿模式、成矿系列和矿产预测，把矿床研究提高到一个新的水平、新的阶段。一方面吸收了一些国外先进成矿理论，另一方面提出或建立以我国矿床地质为基础的成矿理论。主要科学技术进步及其水平归纳为以下几个方面：

一是矿床地质研究方法不断改进与发展。从 60 年代起，特别是改革开放以来，矿床地质研究在宏观基础上加强了微观测定与实验，定性研究和定量研究相结合，大大推动了矿床地质研究工作的发展。如定成岩成矿年龄、定成矿物质来源、定成矿物理化学条件、定成矿的构造地质背景等；利用等离子光谱、质谱仪等可测定样品中 10^{-9} 数量级的元素含量；电子探针、电子显微镜等可测定几微米大小的矿物；X 射线衍射法可用一个微小矿物作结构分析；对矿物中的微细包裹体，不仅能作测温测压，还可测定其气、液和固相的成分，甚至其中某些元素的同位素。许多方法的测定精度很高，测试分析的速度很快，能够同时测定几种甚至几十种元素，有的方法达到或超过国际先进水平。获得的各种资料数

据都可用于电子计算机处理。矿床地质研究方法在向微细方向发展的同时，还利用各种地球物理和波谱方法，把研究领域由地球表层扩大到地球深部地幔，同时遥感技术的应用，对认识地质构造和指导找矿也正起着越来越大的作用。与此同时，矿床研究内容已扩大到成矿物质来源、成矿时代、成矿物理化学条件、成矿介质的成分、区域成矿构造地质环境、成矿作用叠加、成矿过程及其模拟和盲矿的预测等，这些方面均有重要进展。

二是矿床地质研究获得重要成果，并用于指导地质找矿和矿产预测工作。先后对近千个矿床、200多个成矿远景区（带）和铁、铜、钨、锡、钼、铋等30多种矿产进行了较系统的研究总结，提出了比较适合我国地质情况的矿床类型、工业类型、成因类型、形成条件和分布规律，预测了成矿远景和找矿方向。例如，对低角度的构造成矿现象进行了深入分析研究，指导淮南、河南等地区的找矿，发现了一批新煤区，扩大了储量；通过综合研究，掌握了华北地区地壳演化的特点及太古代富钾花岗岩对铀矿的控制规律，进而在18亿年的古老地层里找到新类型的铀矿，使我国铀矿勘查工作由原来偏于南方一角扩展到全国；应用地质力学等构造理论研究成果指导石油普查勘探工作，为石油地质工作的战略转移和重大突破作出了重大贡献；在煤成气和近海油气形成条件的研究方面也取得了新成果，开拓了新的找油气领域，如渤海、南海等地区的油气聚集理论和分布规律的研究，使油气勘查开发出现了新面貌；系统地研究和总结了南岭、“三江”扬子地台西南缘、祁连、华北地台北缘、大兴安岭、秦岭-大别、武夷-云开、长江中下游等成矿带的成矿地质背景和成矿规律，划分了成矿体系或成矿系列，提出了“玢岩铁矿”概念和铁矿成矿系列概念等，建立了区域成矿模式和典型矿床的成因模式，预测了找矿靶区，指出了找矿方法，有力地推动了矿产勘查和开发工作的发展。

三是成矿预测水平显著提高。依据成矿模式，地质与物化探、遥感等密切配合，采用先进技术方法，进行多元信息综合成矿预测，是十多年来开展成矿预测研究的重要思路和途径，不仅取得良好预测成果，同时也为地勘单位提供了重要的找矿新线索。例如：桂北成矿预测研究中，以现代理论为指导，运用四维空间的演化分析方法，阐明了金、铜、铅、锌、锰不同成因类型矿床形成的地质背景，建立了4个矿床模式，提出了内生金属综合信息预测模型，圈定预测区35个、靶区9个，经验证找到了干洞铜矿和太平锡矿；研究总结了南岭地区花岗岩与有关矿产的形成关系，建立了五大成矿系列和重要成矿区的区域成矿模式和典型矿床的成矿模式，划分出3个成矿区、14个成矿带和一批找矿靶区，指导了找矿；在胶东金矿成矿预测研究中，建立了地质-地球物理、地质-地球化学找矿模式，在圈定的预测区内，发现了几处金矿体；在扬子地台西南缘成矿预测中，发现了一批新的矿产地，确定了71个找矿靶区，部分已被地勘单位采纳，转入勘查开发；在久攻不破的祁连块状硫化物成矿带，研究圈定出白银矿田4个找矿预测区，其中2个预测区已探出工业矿体；其他如东南沿海、长江中下游、新疆阿尔泰、秦巴等地区的成矿预测研究中都取得了重要进展。这些成果为成矿远景区划、矿产预测指出了方向，也为发展矿床学提供了重要基础资料。

四是丰富和发展了成矿理论。我国矿产资源丰富，矿床类型繁多，为成矿理论研究提供了广阔的天地。50年来，中国矿床地质研究人员结合成矿试验、稳定同位素、地球化学研究等成果，从不同方面提出和采用了某些理论，来解决许多矿床的成因和指导矿床研究工作，推动了地质找矿和勘探开发工作，丰富和发展了成矿理论。例如：在研究我国十

几个主要含盐盆地和现盐湖成钾条件、找矿方向的基础上,提出了“高山-深盆”说的新的成矿理论和具有我国特色的碎屑岩系内盐类矿床的成矿理论;通过大量的专题研究,不断丰富和提高了矿床同生理论、层控矿床理论、热卤水成矿理论、矿床多成因理论、陆源吸积成矿说、矿床成矿系列论等矿床理论。这些理论对指导我国地质找矿发挥了重要作用。同时,区域成矿理论研究取得了重要进展。首先突破了矿床以单一成矿、单一类型、单一物质来源、单一矿床的认识论,总结了矿床形成的多种成因和多阶段特征;其次突破了过去“内生成矿”与“外生成矿”之间不可逾越的认识,出现了外生-内生富集叠加的大量“过渡类型”矿床;提出了水源、热源、物质来源“三源成矿”的新论点,动摇了过去单一的“残余岩浆热液”理论,从而提高了中国矿床学的研究水平。

特别是近10年来,我国成矿理论研究又有新的发展。对超大型矿床的成矿机理问题提出:特大型超大型矿床的金属组合类型、时检性与突变性特征受岩石圈演化过程控制的论点;超大型矿床成矿时空偏在性及异常成矿构造聚集成矿的新概念。在我国学者率先提出金属成矿系列理论的基础上,通过桂北成矿系列的研究,又提出了矿床成矿系列类型新概念,在桂北划分出3个矿床系列类型、5个矿床成矿系列和两个矿床亚系列及11个矿床式。对生物成矿机理又有新的发展,如通过四川白玉狗头金研究,首次提出了金矿的表生成岩-生物成矿新模式,突破了碎屑说和化学说的局限,并根据微生物有机质作用是狗头金形成的主要和关键因素,进而提出了金的表生循环运动和表生生物成矿假说。通过现代和古代块状硫化物矿床的研究,丰富和发展了VMSD成矿新观念和成矿新机理。此外,我国学者还提出一些诸如幔源流体成矿,幔核构造成矿,成矿系统等新理论、新概念,尚在深入研究、完善、成熟之中。

五是区域成矿规律研究不断深入与提高。50年代末,编制出全国1:100万分幅矿产图或成矿规律图,在此基础上编制出《1:300万全国内生金属矿成矿规律图》。60年代中期研究总结和出版了《我国主要矿产成矿条件的基本特征》,一些地质学家根据中国主要金属矿床的成矿条件、地球化学特征等,对区域成矿规律提出了许多新的认识和见解。70年代我国学者对中国火山岩区矿床的区域成矿规律、形成机理进行了较为深入的研究,提出“玢岩铁矿”成矿模式;同时提出了关于铁矿床的矿床成矿系列概念,随后进一步综合概括提出了所有矿床的三大类21个成矿系列,突破了区域成矿规律分析中往往只从单一矿种、单一矿床类型进行分析的研究方法。80年代以来,为了适应矿产勘查工作的进一步开展,编制出《1:400万中国内生金属成矿规律图》和《1:500万中国矿床成矿系列图》以及《中国地质矿产图集》等。这些成果集中反映了中国金属矿产的分布规律和成矿特征。初步总结了我国矿床成矿系列的演化规律。其对进行国际地质、成矿规律对比,丰富成矿理论,指导找矿,具有积极的推动作用。近年来根据地质勘查工作的需要,加速开展了大一中比例尺成矿规律、成矿预测工作和典型矿床、区域成矿规律研究工作,总结了典型矿床研究报告100多份,初步完成了各省、市、自治区的矿产志编纂工作。特别是90年代中期编纂出版的《中国矿床》这一巨著,对中国主要金属、非金属(除化石燃料外)矿床的地质资料进行了全面系统的总结,详细论述了有代表性的重要矿床的基本特征和矿床的成矿规律,反映了我国矿床地质研究的新认识和理论水平。《中国层控矿床地球化学》和《中国矿床发现史》等矿床专著陆续出版,都是目前影响较大的矿床专著,它们在发展我国成矿理论及在找矿实践中均发挥了很大的作用。近10年来,对我国许多重要成矿带,

如“三江”成矿带、扬子地台西南缘成矿带、祁连成矿带、华北地台北缘成矿带、阿尔泰成矿带、大兴安岭成矿带、武夷-云开成矿带、秦岭-大别成矿带等，进行了深入的成矿地质背景和成矿规律研究，并取得了重要成果。例如，明确提出扬子地台西南缘是一个经历多次不同类型造山作用的复合陆内造山带，其复杂的碰撞造山和陆内造山过程及强烈的喜马拉雅构造-岩浆活动，是扬子地台西南缘金属矿集区形成的重要地质背景；研究提出的陆内造山带对挤压机制和上冲下楔新模式和喜马拉雅期成矿特异性，既是对基础地质的贡献，又具有重要的地质找矿指导意义。

三、对金属矿产地质研究的建议与展望

50年来，矿产地质研究工作虽然取得了很大成绩，但面对未来，仍是任重而道远。其一，我国有些矿产并不丰富，甚至十分短缺；其二，我国众多矿产在全国的分布不平衡，在部分经济区中存在着经济发展和矿产资源不足的矛盾；其三，从国民经济发展的长远利益看，新的矿产后备基地还需要不断补充和建立。因此，在今后相当一个时期内，要把矿产地质勘查研究工作放在重要地位上来，要求地质工作者不断总结经验，充实和发展成矿理论，探索新的找矿方法和途径，为国民经济建设、社会发展和科技进步做出新的贡献。

一是加强成矿理论和找矿技术方法的研究。为适应今后寻找深部隐伏矿和难识别矿床的需要，亟需加强以成矿理论、成矿模式、成矿环境为中心的基础研究工作，以及研究和开展探测深度大的高精度物化探等探测技术。科学找矿需要依靠新技术、新方法，也需要依靠新思路、新理论。如从环境到矿床的演化思路，展现了矿床沿着地史演化的轨迹，为在时空上指导找矿提供了新的途径；各种矿床模式的建立和应用已成为实际勘查过程中的指导原则等等。所以加强以成矿理论、成矿模式和成矿环境为中心的基础研究工作在寻找深部隐伏矿中是极为重要的。

在成矿理论上，一方面要根据我国地质实践，借鉴国外先进经验，深入研究成矿机理，建立各种矿床类型、矿床模式、成矿系列模型。另一方面，从长远着眼，要充分利用50年来的现有资料，结合野外调查，从全球地壳演化和成矿区带的角度，综合研究地质历史和各类矿产形成、发展条件，采用计算机技术，建立全国、重要成矿区带、省区范围和重要矿床等不同范围、大小配套的四维空间地质、成矿模型，发展成矿理论，进行成矿预测，指导地质找矿工作。

在找矿方法上，从区域地质背景和成矿条件出发，结合适宜的成矿理论及地球化学、地球物理、遥感地质和各种工程的综合研究，探索和建立行之有效的找矿方法。

在矿种方面，加强矿产综合研究，把贵金属、铜及某些短缺矿产作为重点，组织力量深入研究，力争发现新类型、突破新地区，为寻找大型、超大型矿产资源基地提供科学技术基础。同时，要加强矿区外围、深部的地质找矿工作，加强矿山地质研究，提高矿山开采回收率，延长矿山寿命。

在技术方法上，要适应寻找隐伏矿和西部地区地质找矿的需要，加强物探、化探、遥感等新技术的研究，亟需发展探测深度大、抗干扰能力强、具较高分辨率的高精度物化探测量技术，如多种井中物探方法和金属矿地震法、地电化学法等，提高找矿效果。