

序

地质工作是经济社会发展的先行性、基础性工作，贯穿经济建设与社会发展各领域、全过程，为资源安全保障和生态文明建设提供核心支撑。

党的十八大以来，随着国家治理体系和治理能力现代化持续推进，智库建设上升为国家战略。2015年1月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于加强中国特色新型智库建设的意见》，对新型智库建设作出部署，着力强化决策咨询支撑能力。自然资源部积极落实国家部署，发起成立自然资源与生态文明智库联盟，中国地质调查局发展研究中心等单位率先加入，地质工作战略研究更加有力地支撑服务自然资源管理，地质智库建设迈出新步伐。

当前，世界政治格局深刻调整，民族复兴任务艰巨，资源安全、生态安全、国土空间安全等战略需求持续升级，地质工作顶层谋划与长远布局价值愈发凸显。然而，长期以来地质工作战略研究在理论建构与方法论体系方面相对薄弱，致使相关研究缺乏系统性的学术支撑和科学化的分析框架，《地质工作战略研究概论》的编撰出版，恰逢其时。

我很有幸先读到《地质工作战略研究概论》书稿。这本专著是作者施俊法研究员三十多年从业积淀，是对地质工作战略研究思路和方法的一次系统总结与理论升华。该书逻辑严谨、视野开阔，特别是地质工作战略研究的理论、方法和案例三部分层层递进，浑然一体，具有以下特点：

一是地质工作战略研究理论和方法总结有深度。在洞悉地质工作规律性的基础上，提出地质工作战略就是在关键历史阶段对地质工作发展作出的正确选择，对地质工作情景“画像”。在总体国家安全观的框架下，首次提出了地质工作战略是国家安全“第一道防线”的观点。书中提出的战略研究工作思路和方法，例如，“四个逻辑”、“四论”法则、“四因”法则、调查研究方法和情报工作方法等，为战略研究者提供“即插即用”型的工作方法。

二是地质工作战略实践有温度。该书立足地质调查战略、地质科技战略、矿产资源战略和地质矿产勘查管理政策四大领域，精选20余个典型研究实例，系统论述了战略研究理论和方法的应用场景，既有支撑《国务院关于加强地质工作的决定》颁布的重大专题研究，又有直接参与科技发展规划编制的相关实践，更有超前的战略研究，如地质调查立法研究，资源、资产、资本关系研究，让读者可感、可鉴、可思考。

三是地质工作未来展望有高度。通读2049年地质工作展望相关内容，科技感、未来感十足，令人倍感振奋。特别是打造“透明地壳”和实现“调控地球”；太阳系的“行星地质工程师”；未来钻探堪称“地下巡航导弹”；自然资源管理实现从“一张图”到“一个球”等观点和论述，既新鲜，又形象，很令人期待。

该书是地质工作战略研究理论和方法的开山之作，是从事战略研究人员的入门教材，也值得地质工作管理人员参考。

战略研究无止境。当前，世界正经历百年未有之大变局，全球关键矿产竞争趋于白热化，新一轮科技革命与能源转型深度交织，地质工作的使命、疆域与范式正面临前所未有的深刻重塑。我认为新时代地质工作战略研究，应紧扣这一宏观背景，着重关注以下几个战略问题：

一是锚定国家战略需求，构建地质矿产工作新体系。地质工作要精准对接国家需求，深度融入国家经济社会发展规划，聚焦能源资源安全、粮食安全、生态安全、国土空间开发、重大工程建设、防灾减灾等关键领域，推动资源整合、科学研究、工程实施深度融合、有机衔接，打破部门壁垒、区域分割、学科藩篱，强化产学研用协同创新。要以地球系统科学为指导，系统布局关键核心技术攻关，按照“研发一代、谋划一代、论证一代”的思路，加快突破深部资源勘探、生态环境修复、地质灾害预警等“卡脖子”技术，形成梯次接续、持续发力的地质矿产工作新格局。

二是抢占科技制高点，构建以深地、深海、深空探测技术为核心的科技创新体系。加强深地、深海和深空探测技术攻关，加快深地和深海矿产资源勘查开发，开展地球、月球、火星及其他天体的地质结构、物质组成、演化历史研究，突出系统性和全局性，推进行星比较地质学、天体地球化学等前沿发展，进而推动传统地质科学研究从“大地球观”向“大宇宙观”的转变。

三是拓展全球战略布局，构建境外矿产智能感知体系。树立矿产资源全球观和人类命运共同体理念，面向全球资源配置与供应链安全，加快发展全球矿产资源智能感知与快速评价技术。充分运用卫星遥感、航空物探、大数据、人工智能、物联网等现代技术手段，建立全球矿产资源数据库与动态监测网络，实现境外矿产资源潜力快速评价、精准预测、动态跟踪与风险预警，提升全球矿产资源勘查开发能力与风险管控水平，为保障国家矿产资源长期稳定供应、积极参与全球资源治理提供科学支撑。

四是重塑体制机制范式，构建地质工作深度融入自然资源管理的新机制。立足“山水林田湖草沙是生命共同体”理念，以地球系统科学为支撑，统筹推进自然资源调查和评价、探测和监测、模拟和预测全链条技术体系建设。紧扣“摸家底、作评价、定规划、管护监”工作主线，持续深化改革创新，全面落实自然资源“两统一”核心职责，系统重构自然资源调查队伍体系，推动地质工作与自然资源管理一体谋划、一体推进、一体落实。

如果我们能从上述几个方面思考新时代地质工作战略，并推进地质工作改革，完善相关政策，相信中国地质工作的未来前景将更加光明。

是为序。



中国科学院院士

2026年5月18日

前言

1815年，英国地质学家威廉·史密斯（1769—1839）编制了世界上第一张具有系统地层学意义的地质图——《英格兰、威尔士及部分苏格兰地质图》，成为现代地质填图工作的开端。史密斯的一生，与第一次工业革命的发展轨迹充满了奇妙的契合。在他出生那年，瓦特取得改良蒸汽机的发明专利；在他离世时，英国的工业革命已接近完成。科学和理性逐步取代了宗教和神灵，工业文明和机器生产取代了农耕文明和人力劳作，地质工作就是在这样一个“天工人巧日争新”的时代变革中诞生的。正如西蒙·温切斯特在《改变世界的地图》（Winchester, 2001）中所写：

从今天的角度来看，这个社会已在不知不觉中为他（史密斯）这样的发现者所要做的一切做好了铺垫。在无数种大大小小的方式中，过去几个世纪的信仰和确定性被搁置一边，世界正温和地、不知不觉地准备接受科学的惊人启示。

此后两百多年，全球地质工作在时代浪潮中如雨后春笋般发展壮大。它紧紧扣住时代主题，围绕“为经济社会发展保障资源供应、支撑工程建设和人居地质安全、优化人类生存环境、认识地球形成与演化”这四大使命，不断螺旋式上升和波浪式演进。

回眸世界，聚焦华夏。1910年，清朝直隶全省矿政调查局总勘矿师邝荣光编制完成《直隶地质图》，这是中国人自主完成的第一幅地质图，标志着我国现代地质工作即将拉开序幕。时至今日，我国具有现代意义的地质工作已逾百年。虽然中国现代地质工作起步较晚，但在新中国成立后得到了快速发展，呈现出鲜明的周期性发展规律，经历“三起三落”，每个周期都与经济社会发展紧密相连。第一个周期是1949—1978年。新中国成立不久，地质工作迎来大发展，很快建立了完整的地质工作体系，取得一系列找矿成果。“文化大革命”期间进入低谷。第二个周期是1978—1999年。1978年我国开启改革开放，地质工作进入快速发展阶段。20世纪90年代，全球矿产品价格低迷，“找矿不如买矿”的观点盛行，加之地质队伍规模过大，国家财政负担较重，地质工作一路下滑，世纪之交跌入低谷。1999年，我国实施地质勘查体制改革，公益性与商业性地质工作分体运行，中国地质调查局应运而生，承担国家基础性、公益性和战略性地质与矿产勘查工作，省级地勘队伍实行属地化管理。第三个周期是1999—2021年。进入新世纪之后，我国加入世界贸易组织，工业化、城镇化、市场化进程快速推进，地质工作进入了第三个快速发展周期。2008年国际金融危机虽带来一定冲击，但2009年地质工作迅速反弹，地质勘查投入持续增长，到2012年达到顶峰。随着我国经济发展进入新常态，地质工作又开始下滑，2020年跌入低谷。之后，地质工作进入新一轮温和增长期。总体来看，我国地质工作的一个完整发展周期在20年左右。

地质工作的兴衰是市场经济适应性、矿业周期性、社会需求匹配性等多重因素共同作用的结果。深入探索这一合力的形成机制，探寻其内在规律，找到破局之法，是地质工作战略研究的核心要义。

进入 21 世纪以来,战略思维已经渗透到经济社会发展的各个方面,通用战略研究领域也积累了丰富的理论成果。例如《战略研究入门》这本教科书,“帮助你进入战略天地,学会运用战略思维”(钮先钟,1998);《战略研究理论、方法与实践》以上海市发展战略研究为主线,系统论述了战略研究的概念、理论和范式,模型与方法,工作机制和组织保障(周振华和陶纪明,2014);《智库 DIIS 理论方法》从问题导向、证据导向和科学导向出发,提出了智库研究的双螺旋法(潘教峰,2019);《王志纲论战略:关键阶段的重大抉择》则以极为丰富的企业案例,集中论述了智纲智库的战略方法论,清晰展现了一条“打通学、术、道,纵横官、产、学”的中国式战略发展之路(王志纲,2024);《硬咨询:要点与案例》倡导科学研究向服务决策转化、智库工作向硬咨询转型,并以大量案例论述咨询研究选题、队伍建设、调查研究、报告编写等环节的方法体系(余和军等,2023)。这些著作都为我们开展地质工作战略研究提供了重要借鉴。令人遗憾的是,尽管通用战略研究已经形成了成熟的理论体系,但尚未建立针对地质勘查行业特点的专属方法论框架,这成为制约当前地质工作战略研究的根本性短板。

笔者从事地质工作战略研究 30 余载,有两个信念日益坚定。一是地质工作战略研究必须建立专属的方法论体系。随着战略研究工作的发展和智库建设的推进,是时候揭开地质工作战略研究的朦胧面纱,通过构建专属方法论,更好地服务国家需求与行业发展。二是到 2049 年我国实现第二个百年奋斗目标时,将建成人员精干、技术领先、装备精良的现代化地质工作体系,地质勘查行业也将实现从赶超到引领的历史性转变。在这种情况下,编撰一部地质工作战略研究入门专著更显得十分必要。基于笔者 30 多年战略研究实践,经过两年的研究与思考,在《国务院关于加强地质工作的决定》颁布实施 20 周年之际,将《地质工作战略研究概论》呈现给读者,深感欣慰。

本书分为理论篇、方法篇与案例篇。

理论篇系统介绍地质工作相关概念、地质工作特点,总结了地质工作发展周期律、科学规律、经济规律和矿产资源消费规律,并提出地质工作战略研究就是为地质工作发展寻找破局点,精准“画像”地质工作的过去、现在和未来。从总体国家安全观和地质工作角度出发,资源保障和全球配置、领土和海洋权益、全球可持续发展与能源低碳转型、科技自立自强与地质大数据应用、全球资源治理,共同筑牢了国家竞争与发展的前沿屏障,而地质工作则是构筑这一屏障的核心支撑。因此,地质工作战略是国家安全的“第一道防线”。

方法篇系统论述地质工作战略研究基本工作方法。通过理论逻辑、历史逻辑、实践逻辑和国际逻辑四个维度,以问题导向、目标导向、科学导向和前瞻导向为基本原则,搭建起从收集数据、凝练信息、战略分析到形成战略的完整研究链条。以大量实例论述了地质工作战略分析法则,包括战略对接法则、阶段性法则、“四论”法则和“四因”法则,实事求是地分析了地质工作的定位、功能和结构,最终形成具有战略导向的观点。此外,还详细介绍了调查研究方法和情报研究工作方法。

案例篇聚焦地质工作战略研究成果,从地质调查战略、地质科技战略、矿产资源战略、地质工作管理政策等四个维度,系统阐述“四个逻辑”的工作思路与研究方法,实现理论与实践的互证。每个案例均附有自述(作者亲历研究)或点评(第三方研究或作者的团队研究)。

最后，对 2049 年地质工作进行了展望。

本书凝聚的不仅是笔者个人的从业经验，更是整个团队乃至几代人共同努力的智慧成果。因此，本书是集体智慧的结晶。本项研究是“自然资源管理与现代地质工作战略研究”项目的成果之一。在本书的观点形成过程中，张彦英、张洪涛、王家华给予指导；李裕伟、项仁杰、侯增谦、董树文、彭齐鸣、鞠建华、邓国平、齐亚彬、石建省、郝爱兵、郭焦锋、万力、李晓波、刘树臣、王宗起、王高尚、杜官印、唐金荣、许振强、林良俊、唐承敏、周平、王磊、闫卫东、葛建平、闫晶晶、乐霖泽、张万益、郭佳、董延涛、郑军卫、周飞飞等专家审阅全书，提出了宝贵的修改意见；吴俊华、邓居智、项仁杰、叶黎伟、黄霞、杨宗喜、陈喜峰、吴林强、李鹏远、张伟波、于瑞等同志提供了相关资料；唐金荣、周平、王泉、吴林强、贾德龙、杨宗喜、姚晓峰、方圆多次参与讨论；朱丽丽、郑人瑞、贾丽琼、崔熙琳、李丹丹都给予了极大帮助。我的老同事陈辉对本书稿多次提出修改意见，吴其斌几乎对每一稿都提出了书面修改意见，中国地质调查局发展研究中心主任夏鹏一直关心本专著的出版，陈衍景院士一直关心本专著的编写与出版进展，侯增谦院士为本书作序，在此一并表示诚挚的谢意。

目 录

序 前言

理 论 篇

第一章 地质工作概念、特点和基本规律	3
一、地质工作及其相关概念	3
二、地质工作的特点	6
三、地质工作的基本规律	8
第二章 地质工作战略概念、特征和研究历史	17
一、地质工作战略的概念	17
二、地质工作战略研究的特点	20
三、地质工作战略研究的发展简史	23
第三章 地质工作战略与国家安全	27
一、地质工作战略是国家安全的“第一道防线”	27
二、新时代筑牢“第一道防线”的基本方略	37
三、新时代筑牢“第一道防线”的主要路径	39

方 法 篇

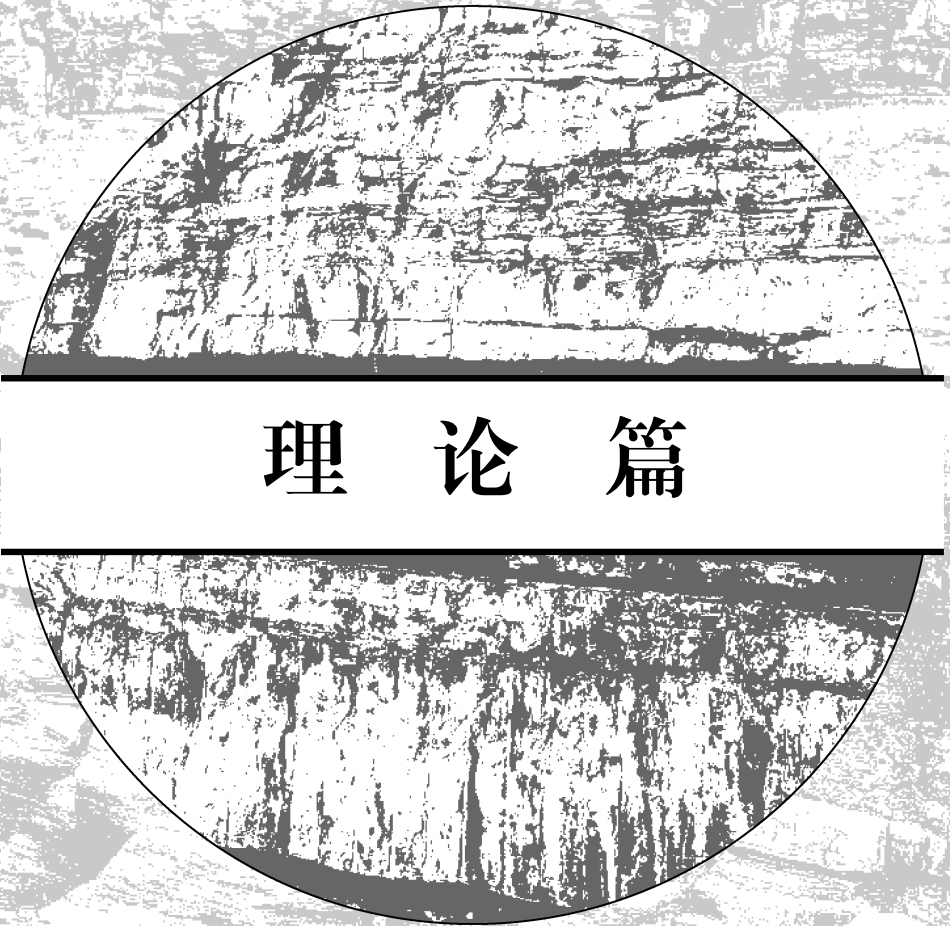
第四章 地质工作战略研究范式	47
一、基本思路：“四个逻辑”	47
二、基本原则：“四个导向”	52
三、基本程序：“四个步骤”	54
四、基本联系：“四大关系”	56
第五章 地质工作战略分析法则	63
一、战略对接法则	63
二、阶段性法则	65
三、“四论”法则	69
四、“四因”法则	77

第六章 地质工作战略制定	82
一、战略洞察：形势趋势	82
二、战略方向：定位定向	84
三、战略重点：凝练任务	90
四、战略保障：政策措施	92
第七章 调查研究方法	94
一、调研准备	94
二、现场调研	96
三、报告编写	98
四、成果转化与应用	104
第八章 地质情报工作方法	105
一、关于地质情报工作	105
二、情报意识和情报分析	106
三、情报工作思路与服务对象	108
四、情报研究主要类型	110
五、情报报道与刊物出版	120
六、科技情报交流平台	122

案 例 篇

第九章 地质调查战略研究案例	127
一、国家地质调查机构定位研究	127
二、中国地质调查百年史纲研究	133
三、地质调查业务战略研究	136
第十章 地质科技发展战略研究案例	140
一、信息找矿战略论证	140
二、世界找矿模型研究	146
三、20 世纪 90 年代地质科学和地质科学前沿战略研究	150
四、地质勘查仪器装备和深部找矿关键技术战略研究	154
五、地质科学学科战略和科技规划研究	161
第十一章 矿产资源战略研究案例	166
一、全球矿业发展战略研究	167

二、矿产资源战略分析与第一、二轮矿产资源论证	174
三、2030 年铜、金、银和铂族金属矿产资源保障程度论证研究	180
四、矿产资源战略重大问题研究	183
第十二章 地质工作管理政策研究案例	193
一、地质调查立法研究	193
二、固体矿产勘查政策研究	200
三、国有地勘单位改革与发展研究	206
结束语：2049 年中国地质工作展望	214
主要参考文献	217



理 论 篇

第一章 地质工作概念、特点和基本规律

在讨论地质工作战略研究之前，厘清地质工作相关概念、特点和基本规律是十分必要的，这可以帮助初涉地质工作战略研究人员快速了解地质工作内涵及其概貌。

一、地质工作及其相关概念

由于与地质工作有关概念很多，概念之间相互交叉，不同研究者有不同理解，很多概念已使用多年，需要我们从理性角度再认识，有助于准确把握地质工作基本规律，进而有效地指导地质工作战略研究。本书围绕地质工作战略研究过程所涉及的领域，精选了地质工作、地质调查、矿产勘查、工程地质勘察和地勘行业五个概念加以介绍。

（一）地质工作

《地球科学大辞典》（2006 年版）对“地质工作”的定义是：利用地质学的理论和方法，对地球特别是地壳进行调查研究、探测勘查和评价预测，为经济和社会发展获取基础信息和提供基础信息服务的各种业务活动的总称。

在西方国家，并没有地质工作这个词，一般将我国的地质工作划分为“地质调查”和“矿产勘查”，不用“地质工作”来统一表述。地质调查由政府财政投入，国家地质调查机构承担实施，并向社会提供公益性服务。矿产勘查以企业投资为主体，以市场机制运行，以勘查开发实现获利。

关于地质工作，新中国成立之前，基本没有这个称谓，一般冠以“地质调查”和“地质研究”之名。1950 年 8 月，中国地质工作计划指导委员会成立，“地质工作”一词在我国开始得到广泛应用。据称，这个词来自苏联。经过 70 多年的发展，地质工作体系涵盖地质组织管理体系、地质勘查技术体系、地质教育体系、地质科学体系等（李廷栋，2022）。从工作领域和学科发展角度看，地质工作涵盖了传统的地质科学研究、地质调查、矿产勘查、水文地质、环境地质、工程地质、灾害地质、地球物理、地球化学、遥感地质、钻探、地质分析测试、地质信息技术等多个方面、多个学科。随着生态文明建设理念不断增强，地质工作不断拓展新领域，如农业地质、生态地质、医学地质、城市地质、军事地质、旅游地质等。

（二）地质调查

《地球科学大辞典》（2025 年版）对“地质调查”的定义是：泛指一切以地质现象为对象，以地质学及其相关科学为指导，以观察研究为基础的调查工作。根据调查对象的不同，可分为区域地质调查、水文地质调查、环境地质调查等。

地质调查一般以不同比例尺的填图为目标，采用地质、地球物理、地球化学、遥感地

质等手段和综合性方法,查明陆地和海域各种重要的区域地质现象,研究这些现象的发生、发展及演变的规律,并在此基础上编制一系列基础地质图件、资料,为国民经济建设和社会发展提供服务。不同比例尺的填图精度,代表了该项地质调查的详细程度。国家对不同比例尺的填图精度有明确的要求。

从国际来看,地质调查工作由政府出资,主要由国家地质调查机构承担,成果提供给全社会。

(三) 矿产勘查

《地球科学大辞典》(2025 年版)对“矿产勘查”(又称“矿产普查与勘探”)的定义是:发现矿床并查明其中的矿体分布、矿产的种类、质量、数量、开采利用条件、技术经济评价以及应用前景,满足国家建设或矿山企业需要的全部地质勘查工作。

自 20 世纪 50 年代初,开始采用苏联广泛应用的“矿产普查与勘探”这一术语。20 世纪 80 年代以来,为便于国际交往,“矿产勘查”这一名词获得广泛应用。矿产勘查工作,采用地质填图、物探、化探、遥感等方法圈定异常,应用钻探、坑探等技术手段查证异常,进行编录、取样、化验、储量计算、技术经济评价或可行性研究等工作。

矿产资源埋藏地下,具有稀少、隐蔽和复杂的特点,因而矿产勘查是一项高风险的工作。从国际上来看,矿产资源勘查开发一般分为油气矿产和固体矿产两大类,其中固体矿产又细分为金属矿产和非金属矿产。它们之间的市场运作方式、资源管理模式都有一定的差异。

矿业的运行包括矿产勘查、预可行性研究、可行性研究、矿山建设、矿山生产和闭坑复垦 6 个阶段。矿产勘查是矿山生命的起点,是矿业的重要组成部分。在计划经济时代,我国矿产勘查主要由地质矿产部门和工业部门的地勘局、地质队负责。矿山运行的其他 5 个阶段,按矿种由各工业部门负责。

改革开放 40 多年,虽然企业已成为矿产勘查投资的主体,但矿产勘查的运作模式基本没有多大改变,主要依靠事业体制的国有地勘单位来实现找矿突破。

(四) 工程地质勘察

《地球科学大辞典》(2006 年版)关于“工程地质勘察”的定义是:工程地质学的一部分,是为查明工程建筑场区的工程地质条件而进行的综合性地质调查勘探工作。它的任务是查明各类工程建筑区的地质条件;预测在工程建筑作用下可能出现的地质条件的变化及其影响;评价可能发生的工程地质问题;选定最佳建筑场地和提出为克服不良地质条件应采取的工程措施。由于地质条件的复杂程度、建筑类型和结构形式的不同,对工程地质条件的要求和可能出现的工程地质问题的不同,工程地质勘察的项目和内容也不相同,工程地质勘察的广度和深度应与工程设计阶段相适应。勘察方法主要有工程地质测绘、工程地质勘探、现场实验、室内分析试验和长期观测等。

工程地质勘察是为工程建设服务的,按工程建设的阶段不同,工程地质勘察一般分为规划选点(可行性研究)勘察、初步勘察和详细勘察等阶段。勘察阶段不同,其目的、任务和采用的勘察方法也不同。

经过我国改革开放四十多年的快速发展,大规模的基础设施建设基本完成,建设市场和工程勘察市场随之衰退,从事工程地质勘察的队伍开始转向生态修复工程、碳汇区划和生态产品价值实现等工作领域。

(五) 地勘行业

地勘行业是与地质工作有关的组织及其活动的总称。凡是与地质相关的,几乎都可以纳入地勘行业。在人们心中,地勘行业主要指 1999 年属地化改革前原地质矿产、石油、煤炭、有色、冶金、核工业、化工、建材等部门,即原地质矿产部门和各工业部门的地勘局及相关机构,这些机构统称为地勘单位。在 1999 年属地化改革时,其机构数量大约为“百局千队”。石油部门早在 20 世纪 80 年代就进行企业化改革,其规模之大、实力之强,是其他地勘单位无法比拟的。因此,谈及地勘行业时通常包括油气地质,但谈及国有地勘单位改革时,一般不包含石油部门的地质勘查单位。

2020 年以来,国有地勘单位开始新一轮改革。总体来说,各省(自治区、直辖市)对地质矿产、煤炭、有色、冶金、核工业等局进行合并与重组,形成了一个地质局机关、一个副厅级的研究院,把原来各局相对独立的企业合并,形成一个大的企业集团,简称“一局一院一集团”。各省因经济条件、资源禀赋差异,改革做法上有所差异。有的全部实现企业化,如辽宁省;有的不再设局,如内蒙古自治区。

据中国地质调查局发展研究中心(以下简称“发展研究中心”)2025 年不完全统计,全国国有地勘单位在职人员 35.4 万人,其中地方国有地勘单位为 25 万人(唐金荣等,2026)。到目前为止,我国仍然是世界上国有地勘单位数量和人数最多的国家。

由于地勘行业的定义不准确,国家产业分类目录把地勘行业划入与科技类并列的第三产业,即以服务为目的的行业。以矿产勘查为目的的地质勘查队伍,理论上相当于西方国家的初级勘探公司。在我国因缺乏矿产勘查风险资本市场,矿业权出让以“招拍挂”为主,地勘单位始终以事业的体制运行,处于“长期打工”状态,被称为全球矿业体制的“孤岛”(刘益康,2004)。

在上述五个概念中,地质工作概念范围最大,涵盖了其他四个概念。其中,地质调查、矿产勘查、工程地质勘察代表了地质工作的三个业务方向,可以简称为基础地质、矿产地质、环境地质三个端元,其中,地质调查是矿产勘查和工程地质勘察的基础。地勘行业主要是指地质工作管理体制、运行机制及保障体系的载体。

当前,世界正经历百年未有之大变局,大国博弈加剧,资源安全日益突出,环境约束趋紧,科技发展日新月异,地质工作内涵和外延发生了深刻的变化。从研究对象看,地质工作主要以地球(特别是岩石圈)乃至太阳系为对象,认识地球形成与演化规律。从研究要素来看,主要包括地质、资源、环境、生态、灾害、空间多要素及其耦合,解决资源安全、环境安全、生态安全、地质安全、空间安全等重大问题,筑牢国家安全防线。从研究手段看,以地质科学为指导,运用地球物理、地球化学、遥感、钻探、分析测试、信息技术等方法,综合运用航空、航天、地面、海洋、井中探测技术手段,对地下物质、结构、过程及资源环境效应进行系统调查、监测、评价、预测和治理。从成果表达看,地质工作提交的成果是三维空间地质数据和时间维的演化趋势及知识表达。从市场角度看,地质工

作划分为公益性地质工作和商业性地质工作，公益性地质工作由政府出资，成果为全社会提供服务。同时政府为商业性地质工作营造良好的政策环境。从保障条件来看，地质工作需要地质人才队伍保障、地质装备保障、地质教育保障和地质法律保障。以上各个方面，都是地质工作战略研究必须涉及的内容。

二、地质工作的特点

地质工作的特点很多，可以从地质工作方法入手分析，也可以从学科特点入手，还可以从地质工作管理特点入手。“中国地质学会 2000 年中国地质研究会”编撰的《中国地质工作发展战略》一书，系统总结了地质工作的四个特性，即基础性、先导性、探索性和综合性。笔者认为，尽管地质工作的特点很多，但有不少特点是派生出来的，因此，分析地质工作特点时要抓住最本质的特征。这里主要对基础性、系统性、探索性、依附性、信息性作一分析。

（一）基础性

地质工作是经济建设和社会发展中的一项基础性工作。凡是工农业生产和可持续发展中所需要的能源、矿产和水资源，以及有关工程建设、地质环境监测和地质灾害预报与防治等国土开发整治方面实际问题的解决，都必须在地质工作的基础上进行。

正是地质工作的基础性，伴生了先行性和全过程。从国民经济和社会发展角度来看，地质工作是经济社会发展的先行，贯穿经济社会发展全过程，涉及方方面面。毛主席在 1956 年就指出，地质工作“一马挡路，万马不能前行”，地质工作“要提早一个五年计划，一个十年计划”。这充分说明了地质工作在国民经济和社会发展中的基础性和先行性作用，计划经济时期如此，市场经济时期也是如此。地质工作除在建设前期起重要作用外，还在建设中期、后期继续发挥作用。也就是说，从找矿到采、选、冶、用，再到矿山生态修复，都离不开地质工作。现代地质工作以经济建设为中心，除支持采矿业、水利业、建筑业外，还有农业地质、城市地质、旅游地质等新领域。

在产业序列中，农业、能源和原材料产业、基础设施建设等属于基础产业，而矿业又构成上述的基础，有人曾建议将矿业作为“零次”产业，以显示其基础性。而地质工作是上述所有产业的基础，因此，被人们称为“基础的基础”。

（二）系统性

地质工作系统性的特点主要体现在工作程序的层级性、工作方法的综合性、工作对象的系统性三个方面。

（1）工作程序的层级性。从地质填图来看，地质填图的比例尺从小比例尺到中比例尺，再到大比例尺；区域地质调查从狭义区域地质填图，到区域地球物理调查、区域地球化学调查、区域遥感地质调查等。从矿产勘查来看，从区域地质调查，到普查、详查、勘探、矿山地质、矿山生态修复六个阶段，通过各阶段工作，最终形成可供矿山设计使用的地质勘探报告，这是一个逐步缩小靶区、提高工作程度、减少投资风险的过程。

(2) 工作方法的综合性。自板块构造理论问世以来,地球作为系统概念不断增强,把地壳、地幔、地核置于一个动力系统来考虑,研究地球各圈层物质、能量交换及其过程,开展地质学、岩石学、地球物理学、地球化学等多学科综合研究,共同揭示地壳、地幔、地核间的相互作用和演变规律。

(3) 工作对象的系统性。地球是一个复杂的巨系统,地质工作既要研究地球整体系统的特征,也要研究地球各圈层系统的特征,更要研究各圈层的相互作用及其效应。基于地球系统科学理论,地质科学研究可从两个方向展开:一个是研究地球表层系统,以人-地关系为核心,以地球关键带为纽带,研究岩石圈、水圈、生物圈、大气圈及其各圈层之间的相互作用,从多学科、多领域对地球表层系统进行综合调查、监测、模拟与预测,进而提出对地球系统治理的科学方法与政策措施。另一个研究方向是地球本身的尺度,探索地球本身的演变规律,其中地球深部作用与过程是关键。地球整体系统观,将成为未来20—30年构建地质工作新框架的基础,也是地质工作战略必须遵循的准则之一。

(三) 探索性

地质工作的对象是地球复杂的巨系统,而我们所能直接观察到的只是很小的一部分,且很多观测对象被埋藏于地下。因此,所获得的地质信息具有不确定性。同时,地球本身处于不断演化之中,如火山作用、地震作用发生等存在很大不确定性,随时都有可能发生,加大了我们研究地球的难度。

由于地球系统的复杂性、地质现象的多样性,我们必须采用多学科、多方法来研究,不同学科、不同方法之间对同一地质现象具有多解性,需要对不同观测数据进行甄别,去粗取精,去伪存真。

人类认识地质现象是一步步递进的,是不断深化的过程。以有限的第一手资料所形成的理论必然要在实践中反复检验、修正和提高。早期的“水成论”与“火成论”之争、“演变论”与“灾变论”之争、“固定论”与“活动论”之争,都是地质科学理论创新必然要经历的过程。又如早期海相生油理论指导发现一批大油田,但后来也限制了对陆相油气田的发现。而我国地质学家创新性地提出陆相生油理论,发现了以大庆油田为代表的一批油气田。

总之,地质工作具有很强的不确定性和探索性,需要“实践、认识、再实践、再认识”循环往复的过程,不断深化认识。这种不确定性,也给地质工作战略研究增加了不少难度。

(四) 依附性

所谓依附性,主要是指地质及相关产业的依附性。地质工作或地质勘查工作及产业有明显的依附性,例如,矿产地质工作主要依附于矿业,水文地质工作依附于水资源产业,工程地质工作依附于工勘产业,地质旅游依附于旅游业,农业地质依附于农业。如果按照这个思路推演下去,地质勘查产业的整体性可能受到影响。一方面,地质工作涉及的产业门类很多;另一方面,地质工作缺乏独立的主导产业,虽然这些地质工作在其服务的产业内具有相对独立性,但产业级序低,受主产业影响较大。

目前,国家统计局把地质勘查划归为第三产业,即服务业,未能真实反映我国目前地质勘查工作的定位和性质。地质勘查行业的这种依附性,反映了不同行业对地质工作的需

求和依赖，是地质工作发展的动力。

从地质科技发展来看，地质理论创新主要依靠新技术新方法的应用，例如，分析测试技术、地理信息技术、遥感技术、人工智能技术等应用，地质学的发展很大程度依附于其他领域的技术发展。当然，地质勘查行业也有自己的技术装备，例如，地球物理探测仪器，但总体来说，专业性强，市场规模不大。

地质工作的依附性决定了其相关产业受所依附产业的影响。同时，对各类地质及相关产业实施统筹管理也存在很大难度。

事实上，地质工作的基础性，决定其服务范围广泛且普遍处于产业链前端，这是地质产业依附性的根源，而产业依附性是地质工作基础性的延伸体现。

地质工作的依附性，要求地质工作战略研究要从全产业链的角度看待地质工作的地位。地质工作是“1”，后端产业是“0”，没有地质工作这个“1”，后端的“0”都是没有用的。与地质工作相关的不同产业，采用不同的战略，因此，地质工作战略研究必须具有前瞻性，综合考虑不同行业的需求。

（五）信息性

从地质工作的产品来看，地质工作者从事的是采集、保存、研究、展示信息的工作。地质报告、地质图到有关地球的观测数据是地质工作的主要产品。以地质图为例，它是客观地将特定地区的地质情况用各种符号、颜色、花纹、数字、文字等表达和反映在一个平面上。地质图客观地反映了地表及地下岩层分布、构造特征及其空间关系和年代信息。一幅区域地质图就是一个区域地质演化史的图形表达。因此，地质工作提供的是一种信息产品。随着科学技术的进步，特别是 GIS（地理信息系统）的应用，改变了地质图的制图方式，实现了地质图数字化，大大缩短了地质图生产周期。

地质报告的生产过程具有知识生产过程的特征，探明矿产资源、获得工业储量的过程，完全具有物质资料生产过程的特征。地质找矿过程，不是单纯的信息生产，也不是单纯的物质资料生产，而是信息生产与物质生产的统一。

总体而言，地质工作的系统性与探索性属于其内涵的本质特征，而基础性、依附性与信息性则构成其外延特性。其中，依附性是基础性特征的必然延伸。从地质数据的采集与加工过程来看，可分为三个层面：第一层面是数据的获取与保存，即利用地质、地球物理、地球化学等方法获取调查与监测数据；第二层面是对数据进行操作，包括挖掘、分析、发布与共享；第三层面是知识层面，科学家在此前工作的基础上，结合对地球的认知提出新理论（如板块构造理论），从而深化对地球系统与演化过程的理解。由此可见，地质工作过程既是地质信息的形成过程，也是地质知识的形成过程。

三、地质工作的基本规律

地质工作有着自身的规律性，地质工作管理和战略研究都必须遵循地质工作规律，吃透规律，把握规律，利用规律，为政府决策提供支撑服务。这里列出一些重要的地质工作规律，战略研究应该给予高度关注。

(一) 地质工作周期律

矿产资源是工业的粮食，矿业支撑制造业。不同国家或地区不同时间段的工业化，催生了矿业发展周期，主要表现为金属价格的周期性变化。19 世纪末到 20 世纪初，美国工业化导致矿产品价格稳定增长，这是 20 世纪全球矿业发展的第一个周期。20 世纪第二个 10 年，金属价格趋于下行，直到第二次世界大战爆发之后对金属的需求才开始增长。战后欧洲重建和日本工业化对金属的需求维持高位，这种情况一直延续到 20 世纪 70 年代中期，这是 20 世纪全球矿业第二个周期。之后，矿业持续下行，直到 21 世纪初，随着以中国为代表的新兴国家工业化，对金属的需求再一次出现增长（图 1-1），形成一个超级矿业周期，即全球矿业第三个周期。

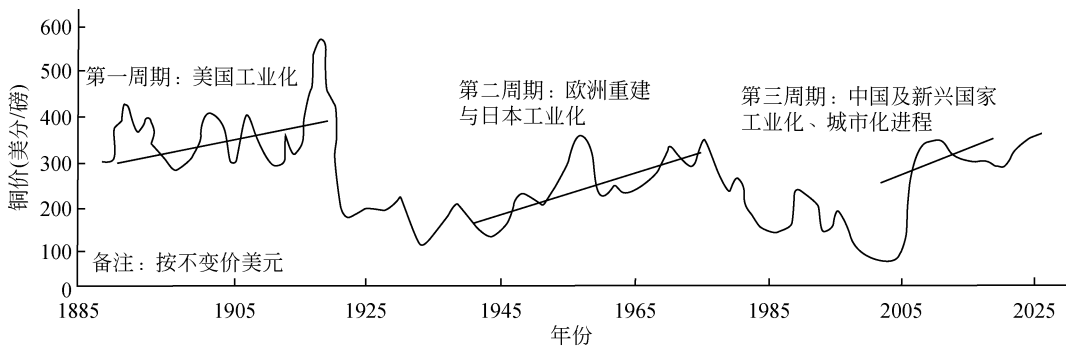


图 1-1 铜价格变化与矿业周期关系示意图（引自 Humphreys, 2010；有修改）

进入 21 世纪，发达经济体已经实现了工业化，对矿产资源的需求趋于稳定。矿业周期主要受以中国为代表的新兴经济体支配。新兴国家的工业化进程推动着世界矿业经济的长周期发展。以中国为代表的金砖国家选择了“压缩式”的工业化路径，短期内形成巨大且快速增长的资源需求，带动形成全球矿产资源供应新格局。随着中国工业化水平提高，中国经济发展进入新常态以及受国际金融危机持续影响，2012 年我国矿产勘查投入达到峰值，之后中国矿业进入深度调整期。到目前为止，世界上没有一个经济体或共同体能够接续中国，继续引领全球工业化，导致矿业难以回到 21 世纪头十年繁荣期的水平。

正如本书前言所述，新中国成立 70 多年来，我国地质工作一直是以矿产地质工作为主，经历了“三起三落”的周期性变化。新中国成立之初，地质工作就迎来了大发展时期。“文化大革命”期间，我国地质工作进入第一个低谷。改革开放开启地质工作第二个周期。20 世纪 90 年代，全球矿产品价格低迷，在世纪之交我国地质工作跌入第二个低谷。新世纪我国加入世界贸易组织，工业化、城镇化、市场化进程快速推进，地质工作进入了第三个快速发展周期。2012 年以后，随着我国经济发展进入新常态，地质工作又开始下滑，直至 2020 年跌入第三个低谷。目前，我国地质工作进入新一轮温和增长期。

在矿业繁荣期，地质工作需求上升，地质勘探投入增加；而在矿业衰退期，地质工作需求下降，地质勘探活动减少。随着经济社会对可持续发展和环境保护的重视，地质工作的重点逐渐从传统的矿产资源勘查向水文地质、环境地质、地质灾害防治和生态修复等领



域拓展。这些新领域的拓展，在一定程度上缓和了地质工作的周期性波动。

经济发展、社会需求和技术进步对矿产资源的需求不断增长，而矿产资源勘查开发依赖于地质工作。经济社会发展具有周期性，加上矿业本身的周期性，使地质工作的周期性更加复杂。理解这些规律有助于地质工作战略研究人员更好地把握规律、辅助决策。地质工作处于低谷期时，要加大逆周期调控力度，使之回暖。地质工作在高潮期时，又要采取政策降温，防止过热，避免矿产资源管理混乱，地质队伍快速膨胀。

在短短四十多年间，笔者经历了两次重大矿业周期，地质工作也随之经历了两次大起大落。倘若没有这个时代的深刻变革，就不会有矿业周期的起伏，地质工作战略研究也就无法拥有如此丰富的实践体验，我们的探索也将难以面对如此众多全新的战略性课题。倘若没有这个时代如此多元、复杂的矛盾，我们的研究工作也就不会有寻根问史、问计于民的执着追求。地质工作战略研究的形成与发展，是一个与时代脉搏同频共振、在实践中不断丰富和发展的过程。

（二）基于可持续发展的地质工作结构调整规律

20 世纪 80 年代以后，随着全球资源、能源消耗和环境破坏的形势日益严峻，如何实现人类经济社会的可持续发展，引起全世界共同关注。1987 年，联合国世界环境与发展委员会在《我们共同的未来》报告中，正式提出了可持续发展观。在联合国全体成员国的共同努力下，1992 年的联合国环境与发展大会以“可持续发展”为指导方针，制定并通过了《21 世纪议程》和《里约宣言》等重要文件，正式提出了可持续发展战略。随着可持续发展理念的提出，地质工作结构随之作出调整。这里以国家地质调查机构的地质调查工作结构调整为例加以说明。1994 年，英国地质调查局局长 P. J. Cook 基于社会-经济可持续发展，把世界各国划分为工业主导型、资源开发型、人口增长型国家（图 1-2）。在 P. J. Cook 看来，这种分类方案充分考虑了可持续发展的内涵，处于不同发展阶段的国家，地质调查工作职责定位是不同的。

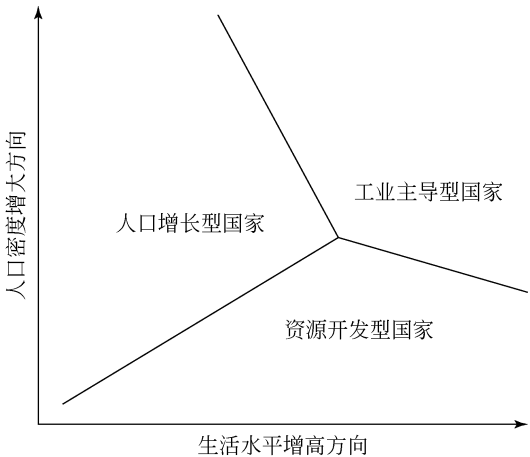


图 1-2 人口密度、生活水平与国家地质调查工作关系示意图（引自 Cook，1994）