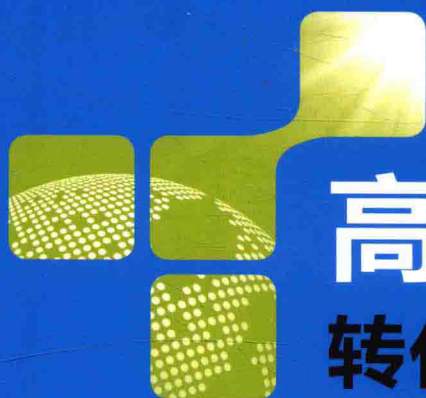




我国地质 高端科学技术 转化与应用机制研究

WOGUO DIZHI
GAODUAN KEXUE JISHU
ZHUANHUA YU YINGYONG JIZHI YANJIU

雷涯邻 吴三忙 傅 雷 傅正华 编著

地质出版社

我国地质高端科学技术 转化与应用机制研究

雷涯邻 吴三忙 傅 雷 傅正华 编著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

加快地质行业领域中具有资金、技术、产业、知识等密集性的高端科技转化与应用具有重要意义。本书在分析我国地质高端科学技术的战略意义及地质科技发展历程的基础上,评价了我国地质科技成果转化与应用现状,梳理了科技成果转化与应用理论及国内外科技成果转化现状,最终构建了我国地质高端科学技术转化与应用机制。

本书可作为国土资源部科技主管部门、中国地质调查局、地方国土资源主管部门在建立健全地质高科技成果转化机制、制定地质高科技成果转化规划等时作为参考用书,也可作相关研究领域的人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

我国地质高端科学技术转化与应用机制研究 / 雷涯
邻等编著. —北京:地质出版社, 2015. 3
ISBN 978-7-116-09168-9

I. ①我… II. ①雷… III. ①地质科学-科技成果-
新技术应用-研究-中国 IV. ①P5-12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 040254 号

责任编辑:柳青

责任校对:关风云

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号, 100083

电 话:(010)66554632(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

传 真:(010)66554686

经 销:北京地质出版社销售部

电 话:(010)66554643; (010)66554648

印 刷:北京地大天成印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:10

字 数:250 千字

版 次:2015 年 3 月北京第 1 版

印 次:2015 年 3 月北京第 1 次印刷

定 价:38.00 元

书 号:ISBN 978-7-116-09168-9

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

目 录

第一章 地质高端科学技术的战略意义及地质科技发展的历程	(1)
第一节 地质高端科学技术的战略意义	(1)
一、地质高端科学技术的内涵	(1)
二、高端科技对资源环境的影响	(4)
第二节 地质工作的起点与历程	(6)
一、地质工作	(6)
二、地质工作的起点	(7)
三、地质工作的基本历程	(10)
四、地质工作机制的改革	(14)
第三节 我国地质科技发展现状	(17)
一、地球历史学科的发展	(17)
二、地球物质学科的发展	(18)
三、应用地质学科的发展	(20)
四、新兴地质学科的发展	(24)
第二章 我国地质科技成果转化与应用现状评价	(26)
第一节 科技投入机制分析	(26)
一、国外科技投入机制	(26)
二、我国科技投入机制	(28)
三、国内外科技投入机制比较与评价	(34)
第二节 基于 DEA 方法的评价模型构建及检验	(37)
一、科技投入效果评价方法选择	(37)
二、指标选择	(41)
三、检验	(42)
第三节 我国地质高端科学技术转化与应用评价	(49)
一、地质勘查的内涵、类型、特点	(49)
二、我国地质科技投入产出状况	(50)
三、我国地质高端科技转化与应用中存在的问题	(56)
第三章 科技成果转化与应用理论研究	(60)
第一节 公共财政理论	(60)
一、理论概述	(60)
二、公共财政理论与科技成果转化	(61)

三、基于公共财政理论的科技成果转化研究现状	(63)
四、小结	(66)
第二节 博弈理论	(67)
一、理论概述	(67)
二、博弈论与科技成果转化	(68)
三、博弈理论与科技成果转化研究现状	(70)
四、小结	(73)
第三节 制度变迁理论	(73)
一、理论概述	(73)
二、制度变迁理论与科技成果转化	(75)
三、基于制度变迁理论的科技成果转化研究现状	(76)
四、小结	(79)
第四节 激励理论	(80)
一、理论概述	(80)
二、激励理论与科技成果转化	(82)
三、基于激励理论的科技成果转化研究现状	(84)
四、小结	(86)
第五节 本章小结	(87)
第四章 国内外科技成果转化现状对比	(90)
第一节 国外科技成果转化的现状	(90)
一、投入机制——科技成果转化的前提	(90)
二、合作机制——科技成果转化的基础	(93)
三、市场机制——科技成果转化的关键	(96)
四、保障机制——科技成果转化的保障	(99)
五、国外科技成果转化机制总结	(103)
第二节 国内科技成果转化发展现状	(104)
一、我国科技成果基本状况	(104)
二、我国科技成果转化主要模式	(108)
三、我国科技成果转化现状	(112)
四、我国科技成果转化存在的问题	(114)
五、我国科技成果转化存在问题的原因分析	(116)
第三节 国内外科技成果转化对比分析	(119)
一、科技成果转化模式	(119)
二、政府宏观调控作用	(120)
三、科技投入	(120)
四、风险投融资	(121)
五、技术评估与咨询	(122)
六、中介服务	(122)

七、知识产权保护	(123)
八、政策法规	(123)
第四节 国外科技成果转化对我国的借鉴和启示	(125)
一、重视基础研究,更重视应用研究	(125)
二、适应市场需求是科技成果转化的基础	(125)
三、产学研合作是科技成果转化的主要形式	(126)
四、政府的宏观调控为科技成果转化提供保障	(126)
五、风险资本市场为科技成果转化提供资金保障	(126)
六、注重法律法规和政策的制定与实施	(127)
七、中介机构在科技成果转化过程中发挥了不可替代的作用	(127)
八、注重知识产权保护	(127)
第五节 本章小节	(128)
第五章 我国地质高端科学技术转化与应用机制构建	(129)
第一节 地质高科技转化运行系统的构建分析	(129)
一、地质高科技转化运行系统构成要素	(129)
二、地质高科技-矿业系统分析	(130)
三、地质高科技的转化方式	(133)
第二节 构建我国地质高科技成果转化与应用机制的原则与思路	(135)
一、原则	(135)
二、基本思路	(136)
第三节 地质高科技成果转化良性运行的前提条件	(136)
一、明确政府在地质高科技成果转化过程中的职能定位	(136)
二、完善地质研究与转化的政府系统	(137)
三、建立地质研究与转化的企业化系统	(137)
第四节 构建地质高科技成果转化与应用的运行机制	(138)
一、构建地质高科技成果转化宏观调控机制	(138)
二、构建地质高科技成果转化供求均衡机制	(139)
三、构建地质高科技成果转化要素流动机制	(140)
四、构建地质高科技成果转化驱动利益机制	(141)
五、构建地质高科技成果转化风险投资机制	(142)
六、构建地质高科技成果转化信息传递机制	(143)
第五节 地质高科技转化与推广建议	(144)
一、进一步完善服务体系	(144)
二、开展地质科技进展跟踪与研究	(146)
参考文献	(148)
后 记	(153)

第一章 地质高端科学技术的战略意义及地质科技发展的历程

地质高端科学技术在地质勘查、开采等地质工作中具有非常重要的战略意义，尤其是对资源环境有着异乎寻常的重要影响。地质高端科学技术对资源环境的影响是双重的。一方面，资源环境的勘查、开采、应用对地质高端科学技术具有依赖关系，甚至直接影响到勘查与开采的效率、资源的利用率、环境的稳定以及清洁能源和新兴产业矿产勘查开发；另一方面，不仅地质高端科学技术的滥用会造成环境的破坏和生态危机，即使是地质高端科学技术的建设性使用也会由其本身的负面效应造成环境问题。即人们往往出于发展经济、创造财富、推进文明和提高生活水平的建设性目的而应用地质高端科学技术，但是在实现既定目标的过程中，也会造成一系列消极的甚至严重的破坏性后果。

第一节 地质高端科学技术的战略意义

一、地质高端科学技术的内涵

（一）高端科学技术

1. 高端科学技术的含义

高端科学技术，分为高端科学和高端技术。高端科学，即对国家安全和国计民生具有重大影响的前沿性科学，是高端技术发展的理论支撑和基础。高端技术又称高技术。“高技术”是一系列新兴的尖端技术的泛称。我们在这里所探讨的主要是高端技术或高技术。

“高技术”是伴随着 20 世纪 50 年代开始孕育、70 年代加速发展的一场新技术革命的来临而出现的一个术语。主要包括以下几方面内容：信息技术、生命技术、新能源与可再生能源技术、新材料技术、空间技术、海洋技术等。

“高技术”这一概念最先是由两位美国女建筑师于 20 世纪 60 年代在她们合写的《高格调技术》一书中提出的，主要是描写办公室、医院等建筑，既具经济性和耐久性，又富优异功能和协调美。1971 年，美国科学院编写的《技术与国际贸易》一书中，正式使用了这一概念。1981 年，美国最先创办了《高技术》这一专业性杂志。于是，“高技术”概念随之得到了广泛的传播。

各国对“高技术”有不同的习惯称谓，例如日本称“尖端技术”，加拿大称“战略技术”。早在 1965 年美国就开始了对高技术产业的统计。《韦氏大辞典》中这样定义：“高新技术就是科学技术，它涉及生产或使用先进的或精密的仪器设备。”日本研究者认为：

建立在当代尖端技术和下一代科学技术基础上的技术即为高技术,高技术必须是经济过程中的主导技术(陈大维,2004)。日本将微电子技术、计算机、软件工程、光电子、通信设备、空间技术、电子机械、生物技术等列为高科技。目前,国际上一般认为,高技术是建立在现代自然科学理论和最新的工艺技术基础上,处于当代科学技术前沿,能够为当代社会带来巨大经济、社会和环境效益的知识密集型和技术密集型的技术。

我国政府部门对高新技术的定义最早见于“863”计划,它将生物技术、航天技术、信息技术、激光技术、自动化技术、能源技术和新材料技术列为高新技术。随后,高技术这一概念在我国范围内得到学术界和产业界的普遍认同和广泛传播。科技部、财政部、国家税务总局公布的《国家重点支持的高新技术领域》包括:“一、电子信息产业;二、生物与新医药技术;三、航空航天技术;四、新材料技术;五、高技术服务业;六、新能源及节能技术;七、资源与环境技术;八、高新技术改造传统产业。”通常认为,当代高技术包括相互支撑、相互联系的六大高技术群,即信息技术群、新材料技术群、新能源技术群、生物技术群、海洋技术群和航天技术群,以及九大技术产业,即生物工程、生物医药、光电子信息、智能机械、软件、超导体、太阳能、空间、海洋产业等。每个高技术群又包括许许多多的高技术,而且相互交叉、渗透,还在不断地涌现着新的高技术学科。

综上所述,我们认为,高端科学技术是一种人才密集、知识密集、技术密集、资金密集、风险密集、信息密集、产业密集、竞争性和渗透性强,对人类社会的发展和进步具有重大影响的新兴、尖端、前沿科学技术群。同时,“高端科学技术”是相对于常规技术和传统技术而言的,但它并不是一成不变的,带有一种发展的、动态的性质。不同时代的“高端科学技术”的内涵是不同的。

2. 高技术的特征

高技术具有以下几个方面的特征:

1) 高战略。高技术状况反映着一个国家经济实力和国防实力,直接关系到国家经济和军事地位以及经济的可持续性增长。如地质高端科学技术就直接关系到国家的能源安全和经济增长的可持续性。

2) 高智力。高技术是知识密集型技术,它的发展必须依靠创造性的智力劳动,依靠富有创新意识、富有创新能力的高素质人才。因此,高技术体现了高智力的特征。

3) 高投资。高技术的研究、开发和应用需要昂贵的设备和较长的研制周期,没有巨额经费的支撑是难以完成其研制的。

4) 高利润。即附加价值高,高技术其存在形态是知识物化的形式,因此,其价值远远超过了所投入的原材料和能源的价值。它的应用可以大大提高经济效益,起着“力量倍增器”的作用。

5) 高风险。高技术几乎都处在科学技术的前沿,它的发展具有明显的超前研究特点,因此,高技术产品的研发面临着失败的风险。同时,高风险还意味着高淘汰率。例如计算机硬件设计淘汰率为97.0%,软件成活率只有12.5%~17.0%。

6) 高竞争。高技术具有较高的时效性,这就决定了谁先掌握了技术、谁先研制出了产品并投入市场,谁就占据了主动权,从而获得竞争优势。

7) 高渗透。即高技术本身往往都是一些综合性、交叉性很强的技术领域,表现于多学科之中,具有极强的辐射性或渗透性,不仅可以应用于新兴领域,创造新的业态,而且

还可以用于传统产业的改造或升级换代,成为经济、政治、军事、文化、社会生活等各个领域创新发展的驱动力,带动各行业的技术进步。

8) 高速度。高技术产业是发达国家经济发展中最活跃、增长最快的经济部门。高技术产业的成功,一方面表现为产值、产量的高速度发展;另一方面更表现为产品性能更新的高速度上,即更新换代期限短。

(二) 地质高端科学技术

地质高端科学技术即在地质领域里人才密集、知识密集、技术密集、资金密集、风险密集、信息密集、产业密集、竞争性和渗透性强,对人类社会的发展和进步具有重大影响的新兴、尖端、前沿的地质科学技术群。

地质科学是一个包括地球物理学、环境地质学、岩石学、地球化学、油气地质学、第四纪地质学、地层学、水文地质学等在内的庞大的学科群。这一庞大的地质科学学科群,在社会需求、科学自身发展和技术进步三大动力的驱动下,发生了深刻变化,地质科学进入了一个以建立地球系统科学知识体系为标志的新的转折期,从而可能形成一个非同寻常的跨学科、大综合、大协调的大地学时代。新交叉学科不断诞生,各个传统地质分支学科之间的界限越来越模糊;新的学科生长点不断出现,涌现出一批有可能给社会 and 经济发展带来巨大推动的前沿性课题(董树文等,2005)。我们认为这些“有可能给社会 and 经济发展带来巨大推动的前沿性课题”就是高端地质科学。而第四纪地质学(全球变化)、古生物学、地层学、构造地质学、地球物理学、岩石学以及空间科学(球外地质)等,可能就是高端地质科学衍生的基础性学科(董树文等,2005),尤其是第四纪地质学与全球变化、环境地质学与可持续发展、水文地质学与水资源、工程地质与城市发展、地球化学与生态安全、非传统资源利用与替代品开发等将是高端地质科学的典型研究课题和代表性研究领域,我国已在上述领域取得一批重大研究成果。

在地球信息科学和技术发展的推动下,地质科学研究越来越呈现出新的特点,即学科研究领域与技术研究领域的跨越和融合,学科之间的相互交叉、相互融合,以及研究对象的多元性、多维性、时空过程的一体化等。因此,地质高端技术,即地质高技术是与地质高端科学紧密地联系在一起的。

例如,第四纪地质学与全球变化研究领域,着重研究人类赖以生存的地球系统运转的机制、变化规律以及人类活动对地球环境的影响等,这对未来环境变化预测技术和为全球环境问题的宏观决策技术提供了科学依据。换句话说,第四纪地质学与全球变化这一高端地质科学是环境变化预测技术、全球环境问题的宏观决策技术等高端地质技术的理论基础;工程地质与城市发展的研究则为提高城市抗御灾害和应对突发事件的能力、改善城市环境、促进城市发展提供了坚实的理论基础,促使城市灾害防治技术不断地由被动式的灾害防治技术向以“清洁阻燃、智能探测、快速定位”的主动式灾害防治技术转变,由传统“处方式”设计向科学的安全与环境工程设计转变,由灾害防治的传统管理模式向科学管理和应急预案模式转变。地球化学与生态安全研究,尤其是“毒害有机污染物生物地球化学与环境效应”的相关问题的研究,就为分子标志化合物和单体化合物同位素(CSIRA)等环境污染治理技术提供了理论支撑(董树文等,2005)。

再如,非传统(非常规)矿产资源的研究和矿产资源深层次开发利用的研究已成为

21 世纪矿床学研究的重要内容。因此,研究如何将中国的稀土资源优势转化为氢燃料制备技术的优势和氢能源以及由此带动的“氢经济”的优势,为我国汽车行业的跨越式和中国经济的可持续发展作出贡献,成为我国地质高端技术研究的重要研究课题之一。这对解决我国当前面临的如何把资源优势转化为产业和能源优势这一关键性问题具有重要的战略意义。

二、高端科技对资源环境的影响

(一) 环境和资源

1. 环境

环境通常是指人类社会周围的境况,包括自然环境、社会环境等。这里的环境则仅指自然环境,即环绕人类社会周围的自然界。自然环境包含三个圈层:大气圈、水圈、岩石圈,它是人类社会赖以存在和发展的基础。

2. 资源

资源是指资财的来源,包括自然资源和社会资源。这里的资源一般是指天然的财源,即自然环境中对人类有利用价值的材料,人类通过劳动,可以把这些材料变为财富,供人类所享用。资源是寓于环境之中的,资源与环境二者密不可分。资源的种类很多,蕴涵在环境中的资源主要包括三个部分:生态资源、生物资源、矿物资源。目前能利用的就是现实资源,尚无法利用的就是潜在资源。例如在炼铁术未发明之前,铁矿石就只是一种潜在资源。

(二) 地质高端科学技术对资源环境的影响

毫无疑问,地质高端科学技术对资源环境有着重要影响,地质高端科学技术本身就是一把双刃剑,因此,这种影响表现在两方面:一方面地质高端科学技术有利于资源环境的有效利用和保持;另一方面地质高端科学技术的滥用也可能带来资源环境的恶化。

1. 地质高端科学技术对资源环境的正面影响

地质高端科学技术对资源环境的正面影响主要体现为以下几个方面。

1) 地质高端科学技术的应用,有利于资源的有效利用。采矿技术和装备的改进创新,能有效地提高开采回采率。矿山设备用工业机械手、机器人,使得矿山设备的精度和设备寿命、稳定性大幅度加强,设备效率更高,薄矿体、超厚矿体无人采矿和水下采矿机器人成套技术装备的应用,将使开采回采率极大提高。同时,选矿技术的突破能大幅度地提高选矿回收率和综合利用率,尤其是可使固体废弃物中含有的大量有用矿物得到有效利用,从而减少原生资源消耗,降低生产成本,节约土地资源,产生巨大的经济效益、环境效益和社会效益。

2) 地质高端科学技术的应用,有利于生态环境的保持和稳定。生态文明建设是中国特色社会主义事业“五位一体”总布局中的重要一环,党的十八大报告强调:要“加强矿产资源勘查、保护、合理开发。”中共中央总书记习近平在 2013 年中共中央政治局第六次集体学习时强调:“生态环境保护是功在当代、利在千秋的事业。要清醒认识保护生态

环境、治理环境污染的紧迫性和艰巨性,清醒认识加强生态文明建设的重要性和必要性,以对人民群众、对子孙后代高度负责的态度和责任,真正下决心把环境污染治理好、把生态环境建设好,努力走向社会主义生态文明新时代,为人民创造良好生产生活环境。”^①保持生态环境的稳定,地质高端科学技术大有可为。不同的区域有着不同的资源开发的资源环境综合承载力,超过这一承载力,将会引起生态环境的恶化,或引发频繁的地质灾害。因此,在地质勘探开发前后应用地质高端科学技术进行环境影响评价,有助于确定资源开发的资源环境综合承载力,从而避免过度的地质勘探开发对生态环境的破坏。同时,在地质勘探开发过程中应用地质高端科学技术进行绿色地质勘探开发,减少地质勘查对生态环境的破坏和扰动。

3) 地质高端科学技术的应用,有利于清洁能源和新兴产业矿产勘查开发。党的十八大报告指出:“推动能源生产和消费革命,控制能源消费总量,加强节能降耗,支持节能低碳产业和新能源、可再生能源发展,确保国家能源安全。”地质高端科学技术的应用,对于新区、新领域、新层系天然气资源调查与勘探开发,致密油气、煤层气、页岩油气、页岩油等非常规油气资源调查与勘探开发都具有非常重要的作用。对于开发低品位共伴生矿产资源高效选冶,稀贵金属分离提取,稀土永磁、发光、催化、储氢等高性能稀土功能材料和稀土资源高效综合利用也大有可为。同时,利用新的成矿理论和找矿方法,可以减少勘查量、减少废物排放、降低环境扰动,建设清洁高效的新型矿产资源产业。包括从废弃物中提取矿产资源、从生物中提取矿产资源、向海洋要矿产资源、发展矿产资源产业集群、延长产业链等。

2. 地质高端科学技术对资源环境的负面影响

地质高端科学技术的滥用毫无疑问会对资源环境产生负面影响。

1) 地质灾害问题。地质灾害是指因自然和人为活动引发的危害人民生命和财产安全的崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等与地质作用有关的灾害。大规模的工程活动、城镇建设和不合理的资源开发,以及极端的天气是引发各类地质灾害的重要因素,是资源不合理开发利用、地质环境破坏造成的恶果。我国是世界上地质灾害最严重、受威胁人口最多的国家之一,据全国矿山地质环境统计数据,截至2010年,全国采矿业累计引发各类地质灾害2.2万处,造成直接经济损失约335亿元。地质高端科学技术的应用一方面会减少地质灾害发生的频率和强度,但另一方面如果地质高端科学技术滥用则可能加剧地质灾害的发生,从而给资源环境带来不可估量的损失。

2) 土地资源破坏问题。矿山生产占用和破坏了大量土地资源,导致土地的经济和生态效益严重下降。截至2010年底,全国各类矿山累计破坏土地386.8万公顷,平均每座矿山破坏土地超过35公顷。粗放型的矿山生产方式会占用和破坏大量土地资源,地质高端科学技术滥用同样也会导致土地资源的浪费和破坏。

3) 地面沉降问题。地面沉降,简称“地陷”,在我国《地质灾害防治条例》中,它被定义为“缓变性地质灾害”。地下水、石油、天然气、地热等资源的过度开采是地面沉降的主要因素之一(杨迪,2012)。正是地下水的过度开采,使得华北平原成为世界上最

① 中国共产党新闻网: <http://cpc.people.com.cn/n/2013/0524/c64094-21608764.html>.

大的“漏斗区”，包括浅层漏斗和深层漏斗在内的华北平原复合地下水漏斗，面积达73288平方千米，占华北平原总面积的52.6%。据统计，全国已形成区域地下水降落漏斗100多个，面积达15万平方千米。华北平原深层地下水已形成了跨冀、京、津、鲁的区域地下水降落漏斗，甚至有近7万平方千米面积的地下水位低于海平面（杨迪，2013）。无疑，地质高端科学技术的滥用是造成地下水、石油、天然气、地热等资源过度开采的重要因素。

第二节 地质工作的起点与历程

一、地质工作

（一）地质学与地质工作

地质学是地学的主要学科之一，是研究地球的物质组成、内部构造、外部特征、各层圈之间的相互作用和演变历史的知识体系。地质学由许多分支学科所组成，主要有岩石学、矿物学、地层学、地史学、构造地质学、矿床学以及水文地质学、工程地质学、环境地质学、灾害地质学、生态地质学等。地质学与其他学科的交叉融合，形成了许多新的交叉学科，地质学与生物学的交叉融合，发展出了古生物学，它促进了地层、地史学研究的发展；地质学与物理学、化学的交叉融合，形成了新的交叉学科：地球物理学、地球化学，地球物理学和地球化学分别从不同地质体所反映的各种物性（如磁、电、声波、放射性、地温等）差异及物理场的变化，从各种元素不同的分散和富集的特征和规律，结合地质学的研究，深化了对各种地质现象及矿产赋存状态的认识，延伸了地质观察研究的广度和深度；利用地质学的原理解决利用环境、改变环境的影响，形成了工程地质学、水文地质学、环境地质学及生态地质学等。

地质学的产生源于人类社会对石油、煤炭、金属、非金属等矿产资源的需求，由地质学所指导的地质矿产资源勘探是人类社会生存与发展的根本源泉。随着社会生产力的发展，人类活动对地球的影响越来越大，地质环境对人类的制约作用也越来越明显。如何合理有效地利用地球资源、维护人类生存的环境，已成为当今世界所共同关注的问题。因此，地质学研究领域进一步拓展到人地相互作用。

地质工作则是运用地质科学理论和各种技术方法、手段对客观地质情况进行调查研究、探明各种矿产资源、提供各种地质资料。地质勘查工作是地质工作的最主要的内容。现代地质勘查工作以地质观察研究为基础，综合运用地球物理学、地球化学、遥感技术等所取得的数据及解释共同进行。地质勘查工作要充分应用先进的探矿工程技术、选冶技术、计算机技术等。

地质勘查工作包括三大部类：基础地质工作、矿产地质工作以及水文地质、工程地质、环境地质和生态地质工作。基础地质工作主要是区域地质调查和研究，包括区域水文地质、工程地质调查，区域物探、化探遥感等。矿产地质工作包括能源、金属、非金属等矿产（矿区）的普查和勘探工作。水文地质研究地下水的形成、分布和运动的规律，以合理开发地下水、防治地下水的危害，以及利用地下水的化学、物理特征找矿、预报地震

和防治地方病、保护环境；工程地质以调查研究和解决各类工程建设中的地质问题为任务，包括评价地基的地质条件，预测工程建设对地质环境的影响，选择最佳场所、路线，为工程设计提供可靠的地质依据；环境地质研究地质环境质量、人类活动与地质环境的相互关系；生态地质研究各种生态问题或生态过程产生的地质学机理、地质作用过程及其背景。生态地质学尚处于探索阶段，大多采用植被地理学、地质学、水文地质学的方法和遥感技术研究植物（生物）与地质因子之间的相互作用。

（二）地质工作与地质事业

地质工作达到一定的规模，形成系统，成为社会发展的一项重要经常活动，就成为地质事业（夏国治，程裕淇，1990）。地质事业主要具有以下四个方面的功能：第一，为国家和地区制定经济建设和社会发展规划、生产力布局和国土整治的决策服务。第二，为工农业生产、基本建设和国防建设提供矿产资源和所需的地质资料。第三，为防治地质灾害以及人民生活环境的保护服务。第四，发展地质科学，并对人们进行科学知识和唯物主义世界观教育。地质事业是一项有关发展国民经济、为各部门与各个方面服务，兴利除害，造福人类的重要事业，是经济建设的先行步骤，从国防、科学技术到国民经济的各个方面，都与它有直接和间接的关系（夏国治，程裕淇，1990）。

二、地质工作的起点

中国古代就有了地质工作的萌芽。中华民族很早就有了利用高岭土、金、银、铜、铁、锡、铅、汞、煤、天然气、石油、矿盐等矿产的历史。例如，在新石器时代晚期就已经知道用铜制作工具和装饰品，河北唐山，甘肃武威、临夏等地都曾发现过这个时期留下的红铜器。夏代，出现了铜锡合金造成的青铜器，商、周两代，达到了“青铜器时代”的鼎盛时期，河南安阳商代王都遗址中发掘出来的青铜器数量超过万件。这些成就的取得，与古人所具有的地质知识、能识别矿产是分不开的。

战国时期，人们的地质知识、找矿知识得到了进一步的丰富和发展。《管子·地数第七七》曾记载：“山上有赭者，其下有铁；上有铅者，其下有银”。是说出露地表的铁矿风化后会生成赭色的铁的氧化物，铅矿经常与银矿共生，这与近代科学认识是完全符合的。这表明，古代已有了初步的地质找矿概念。据《新唐书·食货四》记载：到了唐代全国有银、铜、铁、锡的冶炼场所168处，在唐代的中后期，铁的年产量曾达到207万斤。煤的使用也很早，魏晋时期，煤已用作生活燃料。元明建都北京，京城军民百万之家皆以石煤代薪。石油和天然气在我国古代也很早就被认识可以作为燃料，四川已约有2000年凿井采得卤水，并利用火井中的天然气煮卤水成盐的历史了。东汉时期的《汉书·地理志》中就有在我国西北地区发现和利用石油的记载。我国古代对石油的利用主要集中在四个方面：①照明。《后汉书·郡国志》在谈到古酒泉郡延寿县有石油时写道，石油“……如凝膏，燃之极明”；《水经注》也说，石油“如凝膏，燃极明”；《元和郡县志》则说，石油“如肥肉，燃之极明”。到了元明时期，人们还对石油进行加工制作蜡烛，《元一统志》记载，“石脂：在鄜州东十五里采铜川有一石窟，其中出此。就窟可灌成烛一支，敌蜡烛之三。”②润滑及防腐。《水经注》记载，石油“膏车及水碓缸甚佳”，“膏车”即用来润滑车轮及车轴。《元和郡县志》也有类似的记载，“水上有黑脂，人以草

盪取用，涂鴉夷酒囊及膏车”。③药用。《魏书》记载，“龟兹国……其国西北大山中有如膏者流出成川，行数里入地如饴饬甚臭，服之发齿已落者能令更生，病人服之皆愈。自后每使朝贡。”《元一统志》也有类似记载，“石油……气虽臭而味可疗驼马牛羊牛疥癬”。④火攻。《元和郡县志》记载了利用石油火攻的一则著名战例“……周武帝宣政中（公元578年）突厥围酒泉，取此脂燃火焚其攻具，得水逾明，酒泉赖以获济”（傅正华，1996）。

但是直到近代，中国还没有真正意义上的地质工作，19世纪末，中国还没有自己的地质人员，也没有建立地质矿产调查的部门或机构。中国近代早期的地质调查工作是外国人做的。最早是美国人庞培利（Pumpelly），他于1862~1865年在中国和日本做了地质调查，并应清政府的邀请考察过京西煤矿。而影响最大的是德国人李希霍芬（Richthofen），从18世纪60年代至70年代，他曾两次来中国考察，回国后著有《中国》一书，附有地文、地质图两册（夏国治，程裕淇，1990）。这些外国人的工作，对中国的地质研究和地质工作起到了先导作用。

中国真正意义上的地质工作始于辛亥革命后的1912年。1912年1月，孙中山在南京组织临时政府，在实业部矿务司下设置了地质科，由1911年毕业于东京帝国大学地质系的章鸿钊主持其事。这是中国政府中第一次有了管理地质工作的机构。1912年4月，实业部随临时政府迁往北京，后政府机构几经改组，但主管地质的部门仍然保留，只是名称和隶属关系有所改变。

1913年9月，地质科改称地质调查所，规划和总管全国的地质调查工作，“地质调查所掌事务如左：一，关于地质构造调查事项；二，关于矿床调查事项；三，关于地形图及地质图调制事项；四，关于矿肥及土性调查事项。”（李学通，2006）地质调查所由在英国学习地质归来的丁文江任所长。在地质科改称地质调查所的同时，设立地质研究所，由章鸿钊任所长，研究所实为培养地质人才的讲习所。当年，研究所借得京师大学堂理科地质门的房屋设备，招收了30名学生，开始自己培养地质人才。因各种原因，30名学生中只有21人完成了学业，18人获得了毕业证书，其中叶良辅、谢家荣、王竹泉、李捷、李学清、刘季辰、谭锡畴、周赞衡、朱庭祜等人后来都成为著名的地质学家。1916年，章鸿钊、翁文灏将地质研究所师生历年所作地质调查报告等成果，编纂成《农商部地质研究所师弟修业记》一册出版，这是中国第一部自编的区域地质著作，结束了中国地质情况主要由外国人调查和论述的局面（李学通，2006）。为了更好地集中精力于地质调查工作，地质研究所在1916年第一批学员毕业后便停办了。尽管地质研究所只办了一期，但培养出了中国第一批地质调查研究人才，为中国地质科学的发展奠定下第一块基石。

1916年6月，研究所的18名毕业生到地质调查所担任调查员。从此，中国有了自己的地质专业队伍。这支队伍随即在河南、山东等省测制百万分之一地质图，并对一些矿山做了调查。对岩石、矿物、古生物的研究也开始着手，同时，还派人对上海、天津港口的地质问题和安徽、甘肃的地震做了考察。

1918年，北京大学将京师大学堂原理科地质门恢复为地质学系，原北洋大学矿业科部分学生也转入该系学习。1920年，该系首批学生毕业。同一年，李四光，以及美国地质学家葛利普（A. W. Grabau）到北京大学地质学系任教。随后，中山大学、中央大学、

清华大学、重庆大学、西南联合大学、西北联合大学（后改为西北大学）也相继开设了地质系、组。20 世纪 40 年代，唐山交通大学、山东大学、北洋大学也成立了地质系、组。中国地质教育开始走向兴旺发达时期（夏国治，程裕淇，1990）。

1922 年，中国地质学会（Geological Society of China）成立，章鸿钊任第一届学会会长，翁文灏、李四光任副会长，谢家荣任秘书长。中国地质学会是中国最早的学术团体之一。中国地质学会的成立，标志着我国地质科学进入了一个崭新的历史发展阶段，奠定了我国地质学由萌芽走向成熟的基础，对于展开横向联系、交流学术成果、跨入国际地质学界行列起到了巨大的推动作用。中国地质学会卓有成效的活动为其赢得了崇高的国际声誉，在国际学术界中占有较重要的地位。1922 年，翁文灏以中国唯一代表的身份，出席了 8 月 9 日至 19 日在比利时布鲁塞尔召开的第 13 届国际地质学大会，并被选为学会副会长及评议员（李学通，2006；张银铃，2001）。中国地质学会成立之初就创办了《中国地质学会志》，于当年出版了第一卷。1949 年前中国地质学界许多重要学术论文和重大理论及发现的提出，都是在该刊发表的。如李四光关于中国第四纪冰期论据（1922 年）和地质力学理论的提出（1926 年）；翁文灏关于燕山运动的提出（1927 年）；周口店于 1927 年 10 月 16 日发现一颗古人类牙齿化石的报道；裴文彬于 1929 年 12 月 2 日发现中国猿人头盖骨的宣布等（张银铃，2001）。

1928 年，中央研究院地质研究所成立。地质研究所是南京国民政府时期中央研究院所属 13 个研究所中成立最早的单位之一，李四光任所长。

自 1912 年实业部矿务司地质科的设立至 1949 年，中国地质工作从无到有，在克服重重困难中艰难前行。1922 年，中国地质学会成立时，仅有会员 26 人，到 1928 年前后，中国地质学家有了 100 多人，1940 年以后，增加到约 300 人（孙枢，2002）。在此期间，我国地层学、古生物学、构造地质学和大地构造学已有了相当扎实的基础；区域地质学取得了重要进展，完成了 1:100 万的 14 个国际地质图幅和 1:300 万中国地质图；矿床学（含化石能源）初步奠基，并有白云鄂博铁矿、攀枝花铁矿、昆阳磷矿、黔贵铝土矿和淮南煤田等重大发现；矿物学和岩石学出现了一些重要论著；水文地质学、工程地质学和地球物理探矿等开始萌芽（孙枢，2002）。

尤其值得一提的是，1939 年，李四光在伦敦出版《中国地质学》，该书不仅综述了中国各地地层，而且从地质构造上提出了许多新见解。以较大篇幅讨论了古生代各时期的海侵、中生代以后的堆积以及各个构造运动时期；总结了自 20 世纪 20 年代以来作者对中国和东亚构造型式和地壳运动，以及对中国第四纪冰川的研究；阐述了地球表面形迹的动力学意义，奠定了地质力学的基础。

1945 年，黄汲清出版了《中国主要地质构造单位》专著，对中国地质构造在空间和时间上做了综合研究，在对当时大地构造的主导概念进行阐释的基础上，系统总结和分析了中国大陆及其邻区的区域地质资料，阐述了中国及其邻区的前寒武纪地块和各地壳运动时期及褶皱构造的基本特征；论述了各地质历史时期中国古地理轮廓和大地构造特征、岩浆活动与成矿作用，划分了中国大地构造单元和构造格架。该书被称为“多旋回构造理论”的奠基之作。

20 世纪 40 年代初，潘钟祥根据 30 年代前期对陕北和四川的地质调查所撰写的《中国陕北和四川白垩纪石油非海相成因》在美国发表，该文明确指出，“石油不仅来自海相

地层,也能够来自淡水沉积物”,“如果有适宜之构造,则可成为良好的油田”。1943年,根据一队地质学家和地球物理学家在新疆独山子和库车进行石油地质考察所撰写的《新疆油田地质调查报告》提出新疆主要生油岩系是侏罗系和下第三系(古近系),属陆相沉积,“多期多层生储油”的陆相沉积生油学说宣告诞生。

至1949年,留给新中国地质工作的起点是十几个地质调查和研究机构,近800人的地质工作队伍(包括非地质专业人员在内),十数台钻机,17万米的钻探进度,以及刚刚开始的水文地质工程地质工作和地球物理工作(夏国治,程裕淇,1990)。

三、地质工作的基本历程

1949年新中国成立以后,确定了“努力发展自然科学,以服务于工业、农业和国防的建设”的方针,地质学和地质事业赢得“建设的尖兵”的地位而备受重视,从而开始其大发展的历程。

(一) 地质工作管理机构的建立

1950年,中央人民政府政务院批准成立中国地质工作计划指导委员会,任命委员21人,李四光任主任委员,尹赞勋、谢家荣任副主任委员。委员会负责统一规划全国地质工作,并适当集中全国地质学家解决国家建设的迫切地质问题。同年11月,委员会召开扩大会议,会议讨论了四个问题:中央地质机构的组织;中央与地方地质机构的联系;地质教育;1951年的工作计划。会议明确提出,应人力物力集中解决煤、铁、石油和有色金属的资源问题。并建议地方地质机构应受当地人民政府及地质工作计划指导委员会双重领导。

1951年,300多名地质工作者组成84个地质队分赴全国各地区调查,其中东北地区仍为工作重点。至1952年,全国地质工作出色地完成了包括80多个项目在内的地质工作计划,对5000多平方千米的国土做了地质调查并绘制出图件,钻探进尺总计达到3万余米。

1952年,中央人民政府决定成立地质部,任命李四光为部长,何长工等为副部长,以加强地质工作的领导,使地质工作适应国民经济建设的迫切需要。地质部成立后,中国地质工作计划指导委员会随即撤销。在成立地质部的同期,重工业部、燃料工业部等有关部门,也先后相应地加强了各自的地质机构。中国科学院成立地质研究所和古生物研究所,强调理论与实际密切结合开展科学研究;接着成立古脊椎动物研究室。1952年,在院系调整中建立了北京地质学院和东北地质学院;各大学地质系扩大招生;建立专科学校;几年后又建立成都地质学院。20世纪50年代初,与地质相关的北京矿业学院、北京石油学院等也建立了。从1952年起,先是各大行政区,后来是各省先后建立地质局,组织勘探队。至此,地质工作管理机构基本完备。

(二) 地质工作的大转变

1952年11月,全国地质工作计划会议在北京召开,这次会议的召开标志着地质工作开始大转变。会议的中心议题是制定1953年地质勘查计划,这是中国地质工作第一次成为国民经济计划的一个组成部分,从此地质工作纳入了国家计划的轨道(夏国治,程裕

淇, 1990)。

1953年, 中国发展国民经济的第一个五年计划开始执行。在第一个五年计划中规定的地质工作任务共有四项: 第一, 保证五年内开始新建企业的设计所必需的矿产储量; 第二, 加强对某些以前没有发现或者很少发现的和目前特别缺乏的资源(例如石油)和地区上分布不平衡的资源的普查工作和勘探工作; 第三, 有计划地开展全国矿产的普查工作, 进行部分的区域地质调查等工作, 保证第二个五年计划所需的矿产储量, 并为第三个五年计划所需的矿产储量准备资源条件; 第四, 加强水利资源和综合流域开发的地质勘查工作, 保证第一个五年计划期间重要水利工程和水力发电工程所需的地质资源, 并为第二个五年计划所需的水力资源开发做好准备工作。为此, 五年内计划探明可供设计的煤的矿产储量 202.7 亿吨, 铁的矿产储量 24.7 亿吨, 计划完成地质勘探钻探工作量 923 万米, 提供地质勘探工作经费 16.7 亿元(夏国治, 程裕淇, 1990)。

为了顺利完成“一五”计划所规定的地质工作任务, 地质部将 60% 的技术力量保证有色金属、黑色金属及煤炭的重点勘探任务, 以 16% 的力量有重点地进行普查。“一五”计划开局之年, 77% 以上的地质人员到了野外, 即使以科学研究任务为主的中国科学院地质研究所和古生物研究所, 也派出了大量科技人员密切配合。

“一五”计划期间, 共完成了 74 种矿产的勘查, 有 64 种取得了可供工业设计使用的储量。与 1949 年相比, 铜的储量增加了 14 倍, 钼的储量增加了 50 倍, 石油的储量虽然不能满足国家建设的需要, 但仍比 1949 年增长了 32.5 倍, 而且还开始了 200 万平方千米的石油地质普查(夏国治, 程裕淇, 1990)。

(三) 地质普查的全面展开

从 1954 年开始, 地质普查工作全面展开, 为此, 地质部成立了普查委员会, 组织了 44 个普查队共 2000 多人, 在 20 个省(区、市)的 120 多个县的范围内展开普查工作。至 1955 年, 地质部所完成的普查工作量已由 1953 年的 8% 增长至 20%。到 1956 年, 地质部所属各地质队均已将二分之一以上的技术力量投入普查工作中。

1955 年, 地质部根据国务院决定开始承担石油普查任务。1955 年春节前后, 地质部召开第一次石油普查工作会议, 组成 5 个石油普查大队, 会同燃料工业部分别在准噶尔、柴达木、六盘山、四川等地进行大面积的石油普查, 并强调运用地质理论指导探寻石油的重要性。同时, 地质部还在华北平原进行了石油普查, 并抽调技术骨干充实各石油普查大队的力量。1956 年, 石油普查规模进一步扩大, 地质部派出 14 个大队与地球物理探矿等队伍配合, 普查了新疆、柴达木、松辽平原、华北平原、四川盆地、鄂尔多斯、贵州、广西等面积达 40 多万平方千米的地区。

1957 年, 地质部做出石油地质工作战略东移的决定, 将找油的重点从西部转移到东部各盆地。“一五”计划结束时, 找到的可能储油构造累计达 256 个, 有的已经钻探出原油, 为大庆等油田的勘探开发奠定了基础(夏国治, 程裕淇, 1990)。

除油气资源外, 区域地质调查和其他矿产普查也大规模地展开并取得了巨大的成效, 几十个具有工业价值的新矿区被发现。