



中国地质调查

百项技术

地质出版社



中国地质调查

百项技术

国土资源部中国地质调查局 编

地质出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

中国地质调查百项技术 / 国土资源部中国地质调查局编.

—北京: 地质出版社, 2016. 11

ISBN 978-7-116-10055-8

I. ①中… II. ①国… III. ①地质调查—中国—文集

IV. ① P622-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 257258 号

责任编辑: 贺秋梅

责任校对: 王洪强

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) 66554528 (邮购部); (010) 66554611 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

传 真: (010) 66554686

印 刷: 北京地大天成印务有限公司

开 本: 889mm × 1194mm 1/16

印 张: 31.25

字 数: 900千字

版 次: 2016年11月北京第1版

印 次: 2016年11月北京第1次印刷

定 价: 380.00元

书 号: ISBN 978-7-116-10055-8

(如对本书有意见或建议, 敬请致电本社; 如本书有印装问题, 本社负责调换)

中国地质调查百年历史

是报效国家的历史

是服务人民的历史

是科技进步的历史

是人才成长的历史

是文化传承的历史

地调百年传薪火 砥砺奋进谱新篇

百年，对几十亿年历史的地质年代而言仅仅是一瞬间。然而，所有的伟大，都源于一个勇敢的开始，中国地质工作者艰辛的百年之工已自尊地漫步在浩瀚的地质年代里。回顾过去百年，知晓我们从哪里来，增强历史的厚重感。展望未来百年，明白我们往哪里去，增强历史的责任感。

经过近3年的筹备，1916年2月，民国政府农商部设立直属的地质调查局，农商部矿政司司长张轶欧兼任局长，丁文江和瑞典人安特生（J.G.Andersson）任会办（副局长），章鸿钊、翁文灏分别任局下设地质、矿产两股股长。同年10月，地质调查局改为地质调查所，丁文江任所长。该局（所）定额39人，实行独立核算，年经费预算68000元。中国自主培养的第一批18名地质毕业生于同年7月正式进入农商部地质调查局工作。中国地质调查百年历史的序幕由此正式拉开，至今已是一百年。

在百年的风云变幻中，地质调查机构虽历经变迁，但数代地质人开拓与创新之精神不移，传承与坚守之志向不变，与民族同呼吸，与时代共进步。中国地质调查百年历史，是地质人报效国家与服务人民的历史，是地质科技进步与创新的历史，是地质人才培育与成长的历史，是地质文化创造与传承的历史。

百年地调因使命而生。从最初地质调查局的建立，地质先辈们怀拳拳赤子之心，以“欲发达国家实业，必先从事于地质调查”之担当，在隆隆炮火中开展石油、煤炭、盐等“实用之矿产调查”，以利民生。新中国百废待兴，地质工作先行。五大煤炭基地、十大钢铁基地的建立和大庆油田的发现，为新中国经济发展、“两弹一星”研制成功提供了雄厚的资源和工程基础。改革开放之后，深海油气、西部塔里木油气重大突破，带动了地质找矿方向的战略转移。世纪之交，实施新一轮地质大调查，取得了一批以“青藏高原地质理论创新与找矿重大突破”为代表的重大成果，开创了地质调查新纪元。地质人在满足国家和民族的需求中不辱使命，创造辉煌。

百年地调因服务而立。地质调查工作在服务社会和民生的过程中，不断拓宽工作领域，充分发挥基础先行作用。突出能源地质调查，服务国家能源安全。开拓海洋地质调查，服务海洋

矿产资源开发，维护国家权益。把脉地质环境，支撑三峡水利枢纽、西气东输、南水北调、青藏铁路等重大工程建设，服务长江经济带建设、京津冀协同发展、“一带一路”建设等国家重大战略的实施。服务民生工程，推进防灾减灾地质调查，科学指导地质灾害应急救援；实施应急找水、提高水资源保障能力，全力守护百姓“生命线”。地质人在多元化服务中履职尽责，彰显价值。

百年地调因创新而兴。科技创新的引领和支撑作用在实践中得到实现和验证。从陆相生油理论，到成矿模式，再到成矿系列；从燕山运动，到中国特色的几大构造学派，再到大陆动力学、岩溶动力学和地球系统科学；从传统的地质调查，到星空地一体化地质调查探测技术体系，再到深地勘测、深海探测和深空观测，地质人在科技创新中追赶跨越，屡写新篇。

百年地调因人才而强。从章鸿钊、丁文江、翁文灏等以自强自立之精神、博古通今之学识，在中国开辟地质事业，到新中国成立后李四光、黄汲清等老一辈地质人以国家和民族需求为己任，鞠躬尽瘁、悉心戮力，推动地质事业不断向前发展；从最初的“十八罗汉”到后来的多位院士，“爬山必到峰顶，移动必须步行”的谆谆教诲，孜孜研究、劳劳奔走的求学态度和实践精神代代传承，催生出“江山代有才人出”的勃勃生机。新时期果敢确立“五问”、“五不唯”的人才和成果评价标准，精心构筑技术人才与管理人才成长进步的“双通道”。地质调查事业人才辈出，日新月异。

百年地调因改革而新。从西学东渐到立足国情的实践探索，从计划经济到市场经济体制的发展转变，地质人与时俱进，建立了与国家经济体制相适应的地质工作体系。新中国成立时，克服一穷二白的困境，“集中力量办大事”，为国家发展提供坚实的资源保障。改革开放后，以“地质 - 找矿为中心”引领新时期地质工作。面对世纪之交的新形势和新挑战，又以守正笃实的作风和久久为功的韧劲，全力推行地勘体制改革，推动地质工作改革进程。地质人在改革与发展中走出新路，迸发活力。

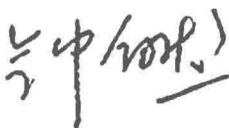
百年地调因开放而赢。从最初的西方包办，客卿代庖，到创办自己的地质科研机构，独立自主地开拓地质事业；从开口求援、全面学习西方，到输出地质技术和人才，伸手相助；从垂首聆听西方教导到中美地质调查局局长平等对话，用实力和开放开启了国际合作之门，“走出去”、“引进来”相结合，打造了真诚合作、互利共赢的新格局。中国地质调查工作在开放与合作中奋发图强，赢得尊重。

百年地调因精神而盛。地质人以李四光精神、“三光荣”传统和“责任、创新、合作、奉献、清廉”的新时期地质人核心价值观为前行利器，精识睿思、开拓进取，铸就了一座

又一座彪炳史册的科学丰碑，用披荆斩棘和舍我其谁的责任担当，引领中国地质调查工作攻坚克难、一往无前。地质人在地质文化和优良传统的浸润和传承中汲取力量，成就伟业。

历史的纵深，决定战略的高度。回顾百年风雨历程，我们满怀历史的成就感和厚重感。站在新时代的起点，我们倍感责任深重。值此中国地质调查事业走过百年之际，我们系统回顾和总结中国地质调查事业发展的历史脉络，编撰中国地质调查百年史纲、百年画卷，集成百项成果、百项理论、百项技术，遴选百名地质人才，出版院士传记等专著，召开纪念地调百年的学术报告会等一系列活动，用以回答中国地质调查事业“从何处来、到何处去”的战略问题。

凡是过往，皆为序章。向沧桑百年间奋斗不息的地质人致敬！向长期以来支持和关心中国地质调查事业的各位领导和各界人士致谢！新的地调百年即将启程，为梦想奋斗的路程，从来就不是一路坦途。越接近梦想，新情况、新问题就越多，需要付出的努力就越多。历史告诉我们，越是在这样的时刻，越需要我们不忘初心，砥砺前行。让我们以“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展理念统领地质调查，用科技创新引领地质调查，全面落实中央精神和国土资源部党组的部署，紧扣“全力支撑能源资源安全保障，精心服务国土资源中心工作”的基本定位，实施“科技兴局、人才强局、依法治局”三大战略，推进“十大计划”，向建设世界一流地质调查机构的目标进发，在新的征程上谱写新的篇章！

中国地质调查局局长 

2016年7月7日

纪念中国地质调查百年活动系列丛书

编委会

主 任：钟自然

副 主 任：王 研 李金发 李海清 王小烈 严光生

委 员：马 军 徐学义 严兴华 肖桂义 邢树文 郝爱兵

吴珍汉 骆庆君 赵 奇 李志忠 沈建明 王 丽

陈 辉 刘雅彦 邢丽霞 刘凤山 马成义 朱立新

施俊法 单昌昊 杨智峰 唐京春 曹 菲

编委会办公室

主 任：朱立新

副 主 任：王 丽

成 员：王 磊 曹 菲 张鑫馨 郑长胜

《中国地质调查百项技术》

编委会

主 任：李金发

副 主 任：王小烈

委 员：（按姓氏笔画为序）

文冬光 石建省 叶建良 冯安生 庄育勋 刘亚川 刘同良
李文渊 吴珍汉 吴能友 何远信 邢树文 肖桂义 张金昌
张海啟 金若时 赵 奇 徐学义 郝爱兵 胡时友 侯增谦
徐 勇 彭轩明 韩子夜 傅秉锋

编委会办公室：贺 颢 马 驰

中国地质调查历经百年，因服务而立，因创新而兴。地质勘查技术的进步，推动了地质科学理论发展和能源资源勘查的重大突破，支撑和引领了地质调查的顺利实施和重大成果的取得。

自1999年以来，中国地质调查在精心组织实施国土资源大调查和地质矿产调查评价等专项的基础上，积极参与国家自然科学基金、国家“863”计划、国家重大科学仪器设备开发专项和国土资源公益性行业科研专项等重大科研项目，积极开展地质勘查技术与装备攻关和研发，大力推进地质勘查关键和通用技术与装备的自主创新，取得了一系列显著的成果，攻克了无人遥控潜水器4500米深海作业系统和综合探测技术，研发了新一代航空物探测量系统与关键技术，研制了2000米以内全液压地质岩心钻探装备及关键器具。

为纪念中国地质调查辉煌百年历史，推进地质科技成果转化应用，提高科技成果支撑服务力度，促进“科技兴局”战略实施和“一流地调局”建设，中国地质调查局组织直属单位系统挖掘、梳理和总结了1999年以来地质科技创新成果，编撰了《中国地质调查百项技术》。

本次入选的百项技术主要是聚焦建局以来取得的具有指导作用、经过时间验证的勘查技术科研成果，是在能源、矿产、环境、灾害、工程和基础地质等方面形成的新技术、新方法、新装备，具有国际或国内领先或先进水平，具有原创或自主知识产权。同时，还包括部分引进、吸收、集成、再创新的技术，以及开创了新的应用途径的技术。

《中国地质调查百项技术》按照地球物理勘查、地球化学勘查、遥感地质调查、地质钻探、地质实验分析测试、矿产资源综合利用、地质信息、地质环境监测与治理分为8个篇章，共计114项技术。其中，国际领先技术21项，国际先进技术47项，国内领先技术40项，国内先进技术6项。

谨以此书献给中国地质调查百年纪念活动，献给为百年地质调查奋斗不息的地质科技工作者。希望以此为契机，能进一步推进地质调查与科研紧密融合，加快地质科技创新步伐。愿地质科技创新在中国地质调查事业第二个百年中再创辉煌，愿地质科技创新在未来的深地探测、深海探测和深空对地观测中发挥更重要的引领和指导作用。

本书在编写过程中得到了中国地质调查局直属单位及各部室的积极参与和大力支持，在审稿过程还得到了王平、王保良、肖庆辉、吴淑琪、金永铎、张伟、牟绪赞等专家的指导和帮助。由于编者水平有限，可能有所疏漏，难免出现错误和不足，请广大读者批评指正，提出宝贵的建议。

编 者

2016年11月

总 序

前 言

第一篇 地球物理勘查技术

001	数字式航空氦光泵磁力仪与测量技术	3
002	全数字 AGS-863 航空伽马能谱仪与测量技术	8
003	航空重力调查技术	11
004	直升机航空物探 (磁、放) 综合测量技术	14
005	无人机航空物探 (磁、放) 综合测量技术	18
006	时间域航空电磁测量技术	22
007	地面区域重力调查技术	27
008	地面轻便阵列相位激电技术	31
009	地面大功率多功能电磁探测技术与系统集成	34
010	地面 IGGETEM 瞬变电磁仪与探测技术	37
011	阵列式宽频大地电磁测量系统与测深技术	43
012	宽频带地震探测成像与多震相地震定位技术	46
013	深地震反射剖面能量线条图技术	49
014	近垂直深地震反射大炮单次剖面成像技术	52
015	地下电磁波层析成像技术	55
016	井中三分量磁测技术	59
017	海洋中 — 古生界复杂构造地区油气资源综合地球物理调查技术	63
018	海域长排列大容量震源地震探测技术	66
019	海洋高分辨率地震探测技术	71
020	海底浅层地球物理综合调查技术	75
021	多波束海底地形地貌精密探测技术	80
022	海洋可控源电磁探测技术	83
023	海域高精度重磁震联合探测技术	88

024	天然气水合物矿体的三维地震与海底高频地震联合探测技术	92
025	4500m 深海综合探测技术	96

第二篇 地球化学勘查技术

026	特殊景观区区域地球化学技术	103
027	多目标区域地球化学调查技术	107
028	土地质量地球化学评价技术	111
029	矿产勘查地球化学技术	115
030	海洋油气地球化学调查技术	120

第三篇 遥感地质调查技术

031	高光谱矿物填图技术	127
032	区域性地面沉降 InSAR 调查与监测技术	131
033	机载激光雷达与 POS 直接地理定位技术	134
034	矿产资源开发环境遥感监测技术	139
035	高分辨率矿产资源遥感地质调查技术	144
036	地质灾害监测预警与应急调查遥感技术	148

第四篇 地质钻探技术

037	深部科学钻探取心技术	155
038	YDX 系列深孔全液压装备钻探技术	159
039	复杂地层取心钻具与工艺技术	163
040	“慧磁”高精度定向及对接井技术	167
041	多工艺空气钻探技术	170
042	液动潜孔锤钻进技术	175
043	新型地质岩心钻探事故处理技术	179
044	全套管施工装备与施工技术	182
045	浅层取样钻探技术	187
046	高温地热(干热岩)钻探技术	190
047	海域天然气水合物钻探和保温保压技术	193
048	深部硬岩钻探碎岩技术	197
049	潜孔锤跟管钻进技术	200
050	小口径膨胀套管护壁技术	205
051	地下水勘探钻探成井关键技术	209

第五篇 地质实验分析测试技术

052	区域化探样品分析测试技术	217
053	多目标地球化学调查样品分析测试技术	221
054	勘查地球化学样品 76 种元素分析测试技术	225
055	地球化学勘查痕量、超痕量 Au 分析测试技术	230
056	生态地球化学调查评价有机分析技术	232
057	地下水调查多指标有机污染物分析测试技术	238
058	复杂基体矿石中主、次、痕量元素的现代仪器测定技术	256
059	地质勘查现场分析技术	261
060	地质分析国家一级标准物质研制技术	265
061	页岩含气量现场分析测试技术	274
062	激光烧蚀等离子体质谱微区原位分析技术	279
063	铼-钼同位素分析测试技术	285
064	锆石铀铅同位素分析测试技术	287
065	高灵敏度、高分辨率二次离子探针质谱微区原位定年和同位素 地球化学技术	289
066	科学仪器远程共享控制技术	293
067	高温高压流体和流动反应原位观测装置、方法和整合技术	297
068	铂族元素“铑锑试金”测定技术	300
069	氩-氩同位素测年技术	302
070	天然气水合物测试与实验模拟技术	306
071	海底原位探测技术(锥探)	309
072	岩石含气量连续测量技术	313

第六篇 矿产资源综合利用技术

073	难利用含铝资源可利用性技术	319
074	难处理钼钨等复杂多金属矿利用技术	321
075	盐卤资源高效利用技术	323
076	重要非金属矿高附加值产品制备技术	328
077	磁场筛选法及其应用技术	330
078	全国重要矿产资源“三率”调查与评价技术	332
079	难利用铁矿“提质降杂”分选技术	336
080	轻稀土矿低碳高效“浮团聚磁选”成套技术	339
081	低品位金矿绿色堆浸提金技术	342
082	中低品位胶磷矿“重介质”选矿及浮选技术	345

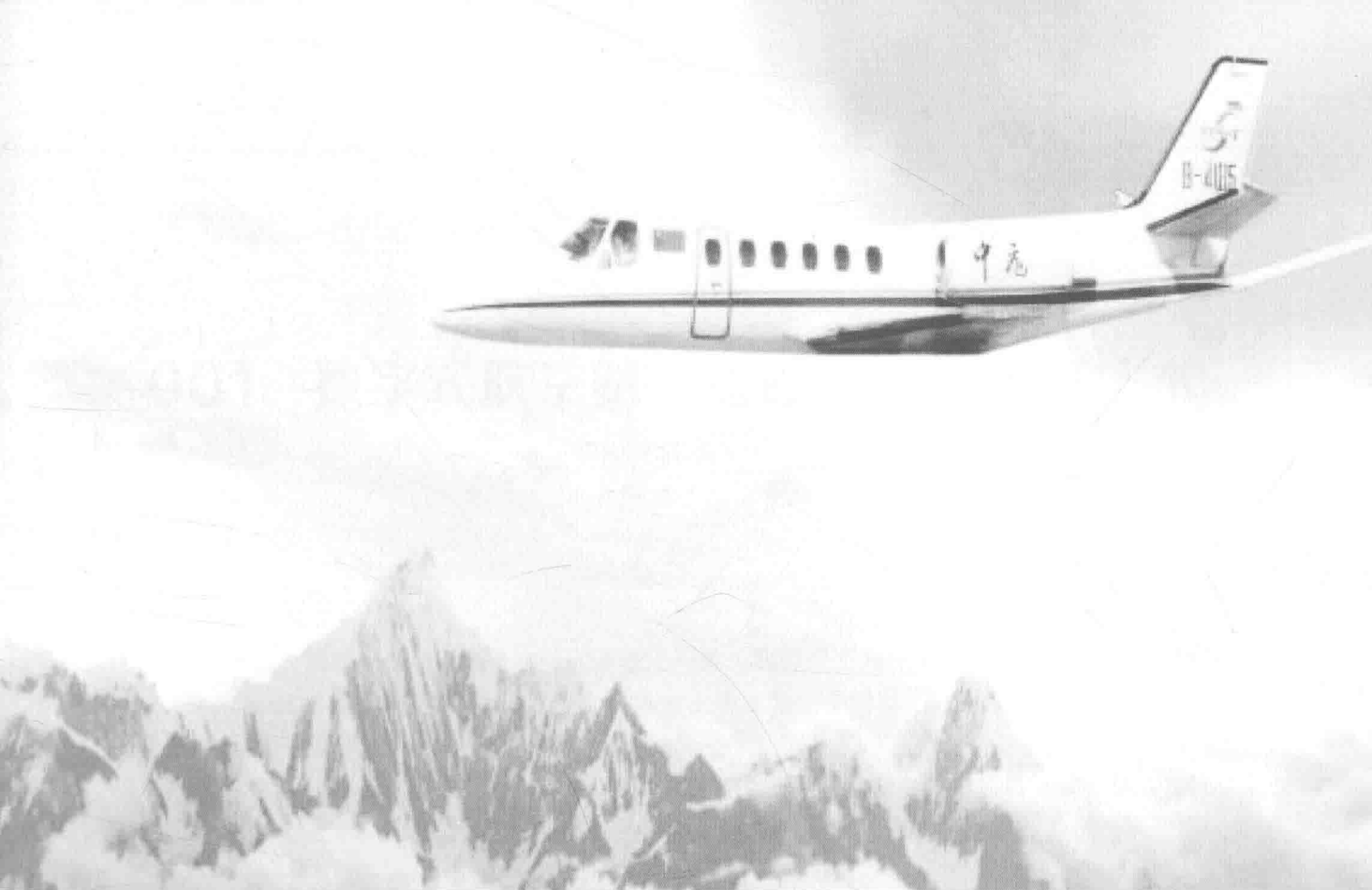
083	低品位碳酸锰矿“清洁富锰”利用技术	347
-----	-------------------------	-----

第七篇 地质信息技术

084	数字地质调查技术	351
085	地质调查智能空间体系技术方法	356
086	三维地质模型数据交换共享技术 (Geo3DML)	360
087	基于“数据”和“知识”驱动的基础地质图更新技术	367
088	基于地质过程解析的资源评价与选区方法	374
089	现代物化探数据一体化管理与处理技术	376
090	地面电法数据处理解释技术	379
091	航空物探数据处理与 GeoProbe 软件插件开发技术	384
092	基于地质约束的矿集区三维地质 - 地球物理建模技术	389
093	海上油气资源区域快速综合评价技术	392
094	三维地质调查与建模技术	395
095	页岩气分级分类资源评价技术方法与参数体系	398
096	西部叠合盆地海相碳酸盐岩油气预测评价技术	402

第八篇 地质环境监测与治理技术

097	海岸侵蚀淤积监测技术	407
098	滨海湿地碳循环探测技术	409
099	地下水动态自动监测与管理技术	411
100	崩塌滑坡泥石流监测预警技术	415
101	光纤传感变形监测与测温技术	424
102	二氧化碳地质储存与泄漏监测技术	428
103	场地水土污染调查技术	435
104	低渗透浅层水连通井增采及土壤快速改良技术	438
105	土壤水运动通量计算与监测技术	442
106	流域尺度岩溶碳循环及碳汇效应调查与监测技术	446
107	西南石漠化综合治理技术	450
108	表层岩溶水开发技术	454
109	洞穴探测技术	460
110	低渗透性黄土边坡虹吸排水技术	463
111	地质灾害应急处置技术	469
112	地应力测量与监测技术	474
113	岩溶地下水示踪试验技术	479
114	岩溶塌陷综合监测技术	483



第一篇

地球物理勘查技术

