

多目标的地质大调查 ——21世纪勘查地球化学的战略选择

奚小环

(中国地质调查局,北京 100011)

摘要: 21世纪勘查地球化学面临发展问题。2001~2005年勘查地球化学以国家其基础性公益性地质工作为主导,以经济社会发展需求为动力,以资源与环境并重为方针,实施多目标的地质大调查,取得一系列重要成果,标志勘查地球化学进入全面发展阶段。这是勘查地球化学的战略选择。在现代科学技术取得最新成就起点上,构建理论体系、方法体系和质量体系,在各项工作中采取科学态度和积极有效措施,推动勘查地球化学不断达到新的高度。

关键词: 21世纪;“十五”规划;多目标的地质大调查;勘查地球化学成果;技术措施

中图分类号: P632 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2007)04-0283-06

“十五”期间(2001~2005年)地质工作进入重大调整时期。勘查地球化学按照国家关于地质工作的要求,以基础性公益性地质工作为主导,促进各地区地质工作整体发展,以经济社会发展需求为动力,扩大地质工作服务领域,以资源与环境并重为方针,实施多目标的地质大调查,取得一系列重要成果。在现代科学技术取得最新成就起点上,构建理论体系、方法体系和质量体系,在各项工作中采取科学态度和积极有效措施,推动勘查地球化学不断达到新的高度。

1 资源与环境调查

1.1 资源调查——区域化探、普查化探与详查化探工作

“十五”期间完成区域化探、普查化探与详查化探工作见表1。表中区域化探(1: 50~1: 20万)为462 736 km²,普查化探(1: 5万)147 565 km²,详查化探(>1: 5万)4 784 km²。总计完成各项化探工作615 085 km²,发现各类异常5 711处,经检查、验证发现各类矿产679处,取得一批重要找矿成果(表2、表3)。

与“六五”以来各个五年计划勘查地球化学工

表1 2001~2005年化探工作量 km²

比例尺	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	合计
1: 50万	60129					60129
1: 20万	128251	138355	115601	9400	11000	402607
1: 5万	25553	18488	42183	34259	27082	147565
>1: 5万	2080	1312	472	653	267	4784
总计	216013	158155	158256	44312	38349	615085

注:表中数据引自中国地质调查局地质调查项目统计年报,表2~8同

表2 2001~2005年化探发现、检查、验证及见矿异常数

年份	发现异常	检查异常	验证异常	验证见矿
2001年	2021	809	298	281
2002年	1011	418	186	160
2003年	1508	399	129	119
2004年	886	236	82	73
2005年	285	180	46	46
总计	5711	2042	741	679

表3 2001~2005年化探发现各类矿产数

年份	总计	能源矿产	黑色矿产	有色矿产	贵金属矿产	其他矿产
2001年		281	6	116	107	52
2002年	160		1	69	48	42
2003年	119		52	25	42	
2004年	73			53	4	16
2005年	46	7	27	8	4	
总计	679	7	7	317	192	156

作进行对比分析,“十五”期间主要具有以下特点。

(1)区域化探、普查化探与详查化探工作比例变化明显。表4表明,“十五”期间区域化探减幅较大,调查面积较“九五”期间减少45万 km²,而普查化探仍然保持较高的工作量。“十五”期间三者比例关系为75.23: 23.99: 0.78,与“九五”比例85.29: 13.80: 0.91相比,区域化探减少10.06个百分点,普查化探增加10.19个百分点,详查化探减少0.13个百分点。与“六五”至“九五”平均比例83: 15.5: 1.5^[1]相比,区域化探减少7.8个百分点,普查化探增加8.5个百分点,详查化探减少0.72个百分点。需要说明,“十五”期间国家地质工作主要负

责包括区域化探在内的具有公益性质的基础性和区域性调查,各省区大量安排的包括普查和详查化探等属于地方性和商业性调查工作量并未统计在内,因此区域化探实际比例更低。区域化探减少主要不利于发现新的找矿远景区及引导普查化探部署,目前找矿后备基地不足和 1: 5 万化探选区匮乏已经显露,其影响可能波及今后若干年。由表 4 看出,自“六五”以来普查化探工作量呈成倍下降趋势,主要得益于区域化探的大规模开展,为普查化探提供了有利的异常选区,减少了普查工作的盲目性,发现一大批矿产基地,为进一步详查提供了依据,使矿产勘查形成良性循环。实践证明是行之有效的,从长远看仍应坚持。近年来普查化探增长主要得益于重点成矿区带普查找矿工作的加强,而详查化探工作量较大幅度减少,大量进入商业性勘查。随着国家地质工作机制的完善,区域化探将得到加强,并引导各方面投入普查和详查化探,形成由市场经济主导的合理的比例关系。

表 4 各五年计划化探工作量 km²

比例尺	“六五”	“七五”	“八五”	“九五”	“十五”	合计
1: 50 万	399129	322810	347909	217664	60129	1347641
1: 20 万	1022917	2122890	1143369	697416	402607	5389199
1: 5 万	546497	340975	151327	148095	147565	1334459
>1: 5 万	32947	36169	37051	9717	4784	120668
总计	2001490	2822844	1679656	1072892	615085	8191967

(2) 找矿效果持续增长。由表 5 看出,“十五”期间取得较大找矿成果,共计发现各类矿产 679 处,主要由于普查和详查化探加强了检查与验证异常力度。表 6 表明,“十五”期间检查异常数占发现异常数 35.76%,验证异常数占检查异常数 36.29%,与以往相比继续保持较高的检查验证比例,因而取得较高的见矿率。其中四川刷经寺特大型金矿、沙西特大型银矿,青海坨坨河大型铅锌银矿,新疆彩霞山大型铅锌矿、维宝中型铅锌矿,黑龙江大型争光岩金矿床等为重大找矿成果。

表 5 各五年计划化探发现、检查、验证及见矿异常数

五年计划	发现异常数	检查异常数	验证异常数	见矿数
“十五”期间(2001~2005)	5711	2042	741	679
“九五”期间(1996~2000) ¹⁾	4260	1570	661	689
“八五”期间(1991~1995)	19870	3692	1074	756
“七五”期间(1986~1990) ²⁾	17665	5648	1128	782
“六五”期间(1981~1985)	11282	4671	614	443
合计	58788	17623	4218	3349

注:1)1996~1998 年化探与物探发现、检查数混合统计,按 1/2 计入;2)1989~1990 年化探与物探发现、检查、验证、见矿数混合统计,按 1/2 计入

表 6 各五年计划化探检查与发现、验证与检查异常数比例和见矿数与检查、验证异常数比例 %

五年计划	B/A	C/B	D/(B+C)
“十五”期间(2001~2005)	35.75	36.29	24.40
“九五”期间(1996~2000)	36.85	42.10	30.88
“八五”期间(1991~1995)	18.58	29.09	15.86
“七五”期间(1986~1990)	31.97	19.97	11.54
“六五”期间(1981~1985)	41.40	13.14	8.38
平均比值	29.98	23.93	15.33

注:A 为发现的异常数,B 为检查的异常数,C 为验证的异常数,D 为见矿数

(3) 有色金属矿产找矿取得重大突破。由表 7 看出,“十五”期间新发现有色金属矿产达 317 处,占 46.7%。这是自“六五”以来在找矿数量方面首次超出贵金属矿产,以大比例高居各类矿种之上。一方面体现了国家实行宏观调控,找矿重点转向铜、铅锌、锡等有色金属矿产的政策导向,另一方面表明化探是发现与探明有色金属矿产的有效手段,具有重要的作用。

表 7 各五年计划化探发现各类矿产数

五年计划	总计	能源矿产	黑色矿产	有色矿产	贵金属矿产	其他矿产
“十五”期间	679	7	7	317	192	156
“九五”期间	689	18	4	167	319	181
“八五”期间	261			46	214	1
“七五”期间	204			30	165	9
“六五”期间	114		1	63	42	8
合计	1947	25	12	623	932	355

1.2 环境调查——多目标区域地球化学调查

“十五”期间全面实施 1: 25 万多目标区域地球化学调查,共计部署调查面积 108.23 万 km²。表 8 表明,实际完成多目标区域地球化学调查面积 84.49 万 km²。在此基础上进一步开展生态地球化学评价工作,完成 1: 5 万比例尺工作 2.06 万 km²,完成 > 1: 5 万比例尺工作 0.41 万 km²。多目标区域地球化学调查是国家实施的一项新的调查计划[●],引起全国各地高度关注和广泛响应,在应用领域与科学领域显示出巨大的发展前景。主要特点如下。

表 8 2001~2005 年多目标区域地球化学调查工作量 km²

比例尺	2001 年*	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	总计
1: 25 万	59200*	42457	223287	289122	230793	844859
1: 5 万		2030	4937	4500	9155	20622
>1: 5 万				1840	2290	4130

注:*系 1999 至 2001 年安排

(1) 调查面积遍及我国各大重要经济区带。“十五”期间全国多目标区域地球化学调查按照长江流域、黄河流域、沿海经济带和东北平原部署,分布在浙江、四川、湖南、安徽、福建、江苏、吉林、山西、

● 国土资源部. 农业地质调查规划要点, 2004-01.

表 9 多目标区域地球化学调查面积分布

万 km²

地区	2001~2010 年 规划总面积	2001~2005 年 部署总面积	地区、省份	
经济区带划分	长江流域经济带	57.37	32.27	长江中下游平原、湖泊、盆地、三角洲等
	黄河流域经济带	50.92	29.43	黄河中下游平原、湖泊、盆地、三角洲等
	沿海经济带	52.28(重 10.67)	28.86(重 5.63)	渤海湾—北部湾及其近岸海域
	东北经济区	42.19	23.30	东北平原、三江平原
	其他经济区带	73.76		陕西—甘肃黄土高原、内蒙古草原、青海环湖地区、西藏—江两河地区、新疆土—哈盆地、宁夏银川盆地等
总计	276.52(实际 265.85)	113.86(实际 108.23)		
地理划分	东部	72.04	48.88	北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、海南
	中部	84.85	46.26	山西、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南
	西部	108.96	13.09	陕西、甘肃、宁夏、青海、新疆、四川、重庆、贵州、云南、西藏、内蒙、广西
	总计	265.85	108.23	
行政区划	华北	56.30	30.14	北京、天津、河北、河南、山东、山西、内蒙
	华东	41.71	27.43	上海、江苏、浙江、福建、安徽、江西
	东北	42.19	23.30	辽宁、吉林、黑龙江
	中南	29.85	17.47	湖南、湖北、广东、广西、海南
	西南	38.10	8.54	四川、重庆、贵州、云南、西藏
	西北	57.70	1.35	陕西、甘肃、宁夏、青海、新疆
	共计	265.85	108.23	

山东、重庆、北京、上海、江西、内蒙、辽宁、河南、河北、海南、湖北、广东、黑龙江、天津、陕西等 23 个省区和直辖市。表 9 为调查面积按经济区带、地理位置及各大行政区分布情况。

(2) 生态地球化学评价在区域和局部 2 个层面展开。在多目标区域地球化学调查基础上,按照农田、河流、城市、湖泊、浅海等生态系统进行区域生态地球化学评价^[2]。长江流域针对 Cd 等重金属异常,自源头—沱沱河开始进行异常成因和来源研究^[3],组织长江干流自四川下游 6 省 1 市系统开展悬浮物、水及水系沉积物测量和年通量测定,进行大跨度异常元素追踪和迁移转化研究[●],运用干湿沉降方法研究降尘与大面积土壤污染关系^[2],运用土壤矿物学评价方法研究重金属元素存在形式及生态作用^[4-5],运用河流底积柱重现土壤污染发生过程与人类活动关系^[2-3],进行生态效应评价和预测预警研究,取得具有开拓意义的成果。以多目标区域地球化学调查宏观背景为依托,各地区针对特殊环境条件下形成的局部地球化学问题进行评价,深入研究和着力于解决城市环境^[4,6]、农业种植^[7-9]及地方病^[10]等各种实际存在的微观地球化学问题。

(3) 确立服务于国土资源和经济社会发展的战略方向。多目标区域地球化学调查立足查清土地资源地球化学状况,进行土地质量地球化学评估,在四川、北京、浙江等地区进行试点,对于合理利用土地和保障土地安全具有重要现实意义。同时为农业、环保及卫生等领域提供基础资料,广泛服务于农业

区划、农田施肥、城市环境、土壤污染、地方病治理等各方面,产生积极的社会经济效益。

(4) 形成多目标区域地球化学调查系统工程。以多目标区域地球化学调查为基础,以生态地球化学理论为依据,建立生态地球化学评价、生态地球化学评估和生态地球化预警系统。遵循地质调查一般规律,按照地质工作层次和尺度,在全国、流域、省区、市县及乡镇等各个层面建立不同级次的工作体系和应用体系。以地学领域为基本点,在生态环境、地球系统与全球变化等科学领域建立地球化学方法理论体系。

(5) 制定调查与评价技术规范系列。该系列包括《多目标区域地球化学调查规范》、《区域生态地球化学评价技术要求》、《局部生态地球化学评价技术要求》、《土地质量地球化学评估技术要求》、《生态地球化学评价样品分析技术要求》、《生态地球化学评价样品分析外部检查质量控制暂行规定》及《多目标区域地球化学数据库建设技术要求》及正在制定的《生态地球化学监测与预警技术要求》等。

2 主要技术措施

区域化探和多目标区域地球化学调查属于基础地质工作,关系国家地质工作质量和水平。“十五”期间针对以往野外工作方法技术落后和样品测试质

● 中国地质调查局基础调查部. 关于开展长江流域区域生态地球化学评价悬浮物、水系沉积物与水化学采样的函. 2005-11.

量失控等问题,坚持和加强从 1999 年开始采取的一系列应对措施,规范工作方法技术和监控测试质量精度,建立完善的方法技术系统和工作质量系统,建立科学的评价体系和评估体系。

2.1 关于区域化探

(1)规范区域化探基本采样密度。确定 1: 20 万基本采样密度为 1 个点/km²,在森林沼泽区及边远陡峻山区等艰险地区为 1 个点/4 km²;在冰川雪线等难以进入地区采用 1: 50 万比例尺扫面,基本采样密度为 1 个点/16 km²,也可视情况进行控制性采样。

(2)全国按照地理景观类型制定野外工作方法技术。对我国各类景观区进行分类,由中国地质调查局组织,中国地质科学院物探所与有关省区协作,先后对青藏高原西北部干旱荒漠景观区(阿尔金—西昆仑及藏西北地区)、东北森林沼泽景观区、青海省高寒湖沼景观区、新疆西天山与阿尔泰山于旱半干旱荒漠景观区、新疆与甘肃北山干旱荒漠景观区、西藏中西部干旱半干旱荒漠景观、河北北部半干旱区及内蒙古达拉地区等特殊景观区进行方法技术研究,分别制定工作方法技术,经专家审定后由中国地质调查局形成规范性要求,以文件方式发布^{●-●}。

工作方法技术基本要求:①样品采集以代表性为主要原则,采样布局兼顾均匀性与合理性两个方面,以便最大限度控制测量面积。②水系沉积物测量采样部位必须是在活动性流水线上,以适宜水系沉积物各种粒级汇集处为宜,采样介质应为代表汇水域基岩成分的岩屑物质。③在平缓丘陵、准平原及戈壁区等地区采用土壤测量方法,采样介质应为代表下伏基岩的、未经过风蚀作用搬运的残坡积物质。在浅覆盖地区(10 m 左右)逐步推广浅钻取样方法。④按景观类型和分化程度截取合适的样品粒度,有效排除风积物、钙积物及有机质成分干扰。以干旱和湿润程度形成的不同风化物质粗骨性为例,一般极度干旱景观为 -4 ~ +20 目(如北山荒漠区),干旱景观为 -10 ~ +40 目(如内蒙中部地区),半干旱半湿润景观为 -10 ~ +60 目(如内蒙东部地区),温湿景观为 -60 目(如南方地区)。⑤采样时要求多点采集组合,水系沉积物测量应特别注意羽状水系发育区在多条水系采样组合,土壤测量区注意沿测线或路线采样组合。⑥应注意防止样品在运送、加工和处理过程发生污染,加工样品时应去除黄土、钙质等胶结的假粒级等。

(3)全面评估特殊景观区区域化探工作质量。中国地质调查局先后组织专家对黑龙江、吉林、内蒙

古、新疆、西藏、甘肃、河北、青海等区域化探工作进行重新评估,参照区域地质和矿产地质特征对区域化探进行质量等级划分,对较低质量等级的区域化探图幅全部进行数据更新。

(4)实行区域化探样品测试精度全国监控。区域化探要进行图幅间、省际间接图,及至进行全国成图,各幅图分析精度直接关系全省及全国编图精度,局部地区系统误差必然导致全局性的质量问题。以往省区或全国区域地球化学编图采用乘系数方法平夷系统误差,仅仅顾及图面效果而无法真实反映地球化学变化规律,今后应从根本上加以改变。

(5)推动资源潜力地球化学评价。在区域化探基础上,以区域成矿元素分带理论为指导,对发现的找矿远景区采用普查化探进一步研究异常分带结构,预测资源潜力和指导深部找矿。通过在新疆东天山、西藏冈底斯等地区进行试验性研究取得一定进展,但由于这些地区区域化探资料存在问题,难以取得实质性成果。

2.2 关于多目标区域地球化学调查

(1)规范多目标区域地球化学调查采样要求。调查区域覆盖全国平原盆地、近海滩涂、湖泊湿地、低山丘陵、黄土高原及城市地区等,调查方法包括土壤测量、湖底沉积物测量、海底沉积物测量等,分别对采样密度、采样方式、采样部位及采样物质等技术方法作出具体规定。湖泊、近岸海底地形复杂,沉积物类型多样。低山丘陵、黄土高原等景观区沟谷毗邻,黄土切割,景观条件特殊。样品采集以代表性为原则,兼顾均匀性和合理性,有效控制测量面积。低山丘陵区深部采样一般选择在土壤覆盖较厚的沟谷地带,以保证样品原生性,但不宜采集基岩面残坡积物,以保证样品代表性[●]。

● 中国地质调查局. 关于新疆西昆仑区区域化探招标项目有关野外采样粒级问题的通知. 2000-05-08.

● 中国地质调查局. 关于森林沼泽区区域化探项目有关野外采样粒级问题的函(中地调技函[2000]011号). 2000-06-05.

● 中国地质调查局. 关于河北北部半干旱区、内蒙古达拉幅和西藏中西部区域化探野外采样方法问题的函(中地调函[2001]104号). 2001-05-09.

● 中国地质调查局. 关于青海省高寒湖沼景观区区域化探有关野外采样粒级问题的通知. 2002-05-22.

● 中国地质调查局. 关于我国北山干旱荒漠景观区区域化探野外采样粒级和采样密度有关问题的函. 2006-04-12.

● 中国地质调查局. 关于新疆西天山于旱半干旱高寒景观区区域化探野外采样粒级和采样密度有关问题的函. 2006-04-12.

● 中国地质调查局基础调查部. 关于我国低山、丘陵与黄土高原地区多目标区域地球化学调查采样技术有关要求的通知. 2007-02.

(2) 全面提高多目标区域地球化学调查分析精度^[11-12]。鉴于厚覆盖地区元素地球化学含量较低和变差较小特点,相比区域化探样品分析,多目标区域地球化学调查大幅提高样品分析检出限、精密度和准确度要求,其中测试元素检出限普遍降低,某些元素降低 1~2 个数量级,精密度的($D_{R,S}\%$)与准确度($\Delta\lg C$)分别提高 30% 和 50%。以达到规范要求及符合报出率指标的分析检出限和分析精度为原则,选择最佳配套分析方案,采用组合方法分析 54 项元素和指标。

(3) 样品分析质量采取内部控制与外部控制相结合措施^[13]。准确度与精密度的内部质量控制采用分析国家一级标准物质进行控制。外部控制采用分析密码插入标准控制样及元素地球化学图相似性方法,依据地球化学图与实际地质背景吻合程度进行评定。对测试结果采取全国统一质量检查和验收措施[●],基本上消除各省区实验室之间、年度之间分析的系统偏倚,实现省内、省际和全国区域地球化学图无缝(无系统误差)拼接。这是我国测试方法技术的重大突破,是国内自开展区域地球化学样品分析以来质量控制和测试精度方面取得的巨大成功。

(4) 引入现代科学技术使之成为生态地球化学评价常规方法[●]。采用河流悬浮物、大气干湿沉降、同位素示踪、输出输入通量及水域(河流、湖泊、浅海)底积柱等现代技术方法,形态、价态、矿物、生物、有机物质、同位素测年等现代测试技术,成功应用于生态地球化学评价,已经逐步规范化和定量化,极大地丰富了生态地球化学评价方法和技术手段。

(5) 力促地球化学形态分析取得重大进展。形态分析是生态地球化学评价必须解决的关键技术问题。主要采用安徽省地质实验研究所研制的形态分析方法^[14],经各地区大量样品分析和比对试验表明,在规定条件和规范化操作情况下可以达到评价工作要求的分析精密度和准确性。其分析质量除内部检查外,作为控制和检验分析质量措施,要求提取一定比例样品送具有权威的外检实验室分析。

(6) 启动持久性有机地球化学分析方法及质量控制研究。进入有机地球化学分析领域,建立土壤样品持久性有机污染物简便、高效分析技术体系,包括样品采集与保存技术,污染物分析方法、分析结果质量控制及仪器设备配置等,制定有机污染物分析规程,形成大规模开展有机地球化学调查的技术条件。

(7) 加大和加速国家标准样系列制备力度。重点研制土壤标准物质、形态成分标准物质、生物标准

物质及土壤有机地球化学标准物质的研究和制备,基本形成适应多目标区域地球化学调查与生态地球化学评价的国家标准样系列。

(8) 建立国家生态地球化学数据库信息系统。逐步建立以全国多目标区域地球化学调查数据库、生态地球化学评价数据库、生态地球化学评估(土地质量地球化学评估)数据库及生态地球化学预警数据库为主体的,包括解释系统和制图系统在内具有大数据量存储、网络化运行和社会化功能的国家生态地球化学数据库信息系统。

3 结语

21 世纪勘查地球化学面临发展问题。按照国家地质工作要求,顺应经济社会发展对地质工作的需求,实施多目标的地质大调查,是勘查地球化学的战略选择,标志勘查地球化学 50 多年以来已经由战术发展阶段、战略发展阶段进入全面发展阶段。今后若干年的工作将十分关键。

在区域化探方面,鉴于特殊景观区方法技术研究基本完成,我国西部区域化探扫描面有望大规模开展,在 3~5 年内覆盖大部分重要成矿区带,新发现一大批矿致异常和找矿远景地区。成矿元素地球化学区域分带规律研究是预测深部矿产的重要方法,也是关系化探深部找矿效果的重大问题。在区域化探基础上将深入研究成矿元素地球化学区域分布规律,进行资源潜力地球化学评价,引导找矿方向和评价资源远景。

在多目标区域地球化学调查方面,“十一五”期间将继续完成多目标区域地球化学调查面积 100 万 km^2 ,使调查总面积达到 200 万 km^2 以上,基本覆盖我国东部和中部地区及西部重要地区。在多目标区域地球化学调查基础上,将全面开展长江流域、黄河流域、沿海经济带及东北经济区区域生态地球化学评价,开展国家和地方土地质量地球化学评估。将以多目标区域地球化学调查为基础,依据第一环境与第二环境含量值建立国家土壤基准值和国家土壤污染等级标准,依据“单位土壤碳含量”进行土壤碳储量实测计算,建立国家土壤碳库。将同国民经济建设和社会需求全面接轨,为各级政府经济社会发展规划提供科学依据。

在科技发展方面,充分吸收当今地球科学研究

● 中国地质调查局基础调查部. 关于《区域性地球化学样品测试质量专家检查和验收办法(试行)》的通知, 2003-03.

● DD2005-02, 区域生态地球化学评价技术要求(试行).

的一切积极成就,将应用地球化学的调查方法和理论地球化学的科学原理相结合,进行充实、完善、提高和系统化,从而建立勘查地球化学的方法体系,以重大计划带动调查方法、评价方法和评估方法以及与此相关的全量分析、形态分析、有机分析、生物分析、同位素测定、监控样研制及分析精准监控等各方面技术的进步和发展。建立勘查地球化学的理论体系,以基础地质研究为主形成区域成岩地球化学理论,主要研究各地质年代地质体元素地球化学分布和分配特征及演化规律;以资源评价为主形成区域成矿地球化学理论,主要研究各类元素地球化学组成与分带特征及成矿规律;以环境评价为主形成生态地球化学理论,主要研究地球系统元素分布特征与循环规律及其生态效应,取得足以推动经济社会发展的既有应用价值,又有理论深度的成果。

“十五”期间是 21 世纪的开端。笔者在此对这一重要时期的勘查地球化学进行回顾和评述,为争取未来更大的发展提供借鉴。

参考文献:

- [1] 奚小环. 1999~2001·勘查地球化学·资源与环境[J]. 物探与化探, 2003, 27(1): 1.
- [2] 杨忠芳, 奚小环, 成杭新, 等. 区域生态地球化学评价核心与对策[J]. 第四纪研究, 2005, 25(3): 275.
- [3] 成杭新, 杨忠芳, 奚小环, 等. 长江流域沿江辆异常示踪与追源的战略与战术[J]. 第四纪研究, 2005, 25(3): 285.
- [4] 朱立新, 马生明, 王之峰. 城市环境地球化学研究新进展[J]. 物探与化探, 2004, 28(2): 95.
- [5] 鲁安怀. 土壤重金属环境质量矿物学评价方法[J]. 地质通报, 2005, 24(8): 715.
- [6] 李家熙, 葛晓立. 城市土壤环境地球化学研究——以苏州为例[J]. 地质通报, 2005, 24(8): 710.
- [7] 唐根年, 陆景岗, 董岩翔, 等. 浙江省名茶产地分布规律及其土壤地质环境特征研究[J]. 中国地质, 2004, 31(S1): 98.
- [8] 廖启林, 吴新民, 金洋. 南京—镇江地区多目标地球化学调查初步成果[J]. 物探与化探, 2004, 28(3): 257.
- [9] 陈德友. 成都市土壤环境质量及优质农产品基地选区地球化学评价[J]. 物探与化探, 2004, 28(3): 261.
- [10] 赵仑山, 武胜, 周继华, 等. 大同盆地砷、氟中毒地方病生态地球化学研究[J]. 地学前缘, 2007, 14(2): 225.
- [11] 叶家瑜, 江保林. 区域地球化学勘查样品分析方法[M]. 北京: 地质出版社, 2004.
- [12] 张勤. 多目标地球化学填图中的 54 种指标配套分析方案和分析质量监控系统[J]. 第四纪研究, 2005, 25(3): 292.
- [13] 叶家瑜, 姚岚. 区域地球化学调查样品分析质量控制方法探讨[J]. 岩矿测试, 2004, 23(2): 137.
- [14] 刘文长, 马玲, 刘洪青, 等. 生态地球化学土壤样品元素形态分析方法研究[J]. 岩矿测试, 2005, 24(3): 181.

MULTIPURPOSE COMPREHENSIVE GEOLOGICAL SURVEY: THE STRATEGIC CHOICE OF EXPLORATION GEOCHEMISTRY IN 21ST CENTURY

XI Xiao-huan

(China Geological Survey, Beijing 100011, China)

Abstract: Exploration geochemistry is faced with the problem of development in the 21st Century. With the public welfare geological work as the leading work, the demand of economic and social development as the dynamic force, and the equal emphasis of both resources and environment as the main aim, exploration geochemistry carried out multipurpose comprehensive geological survey in the period of 2001-2005, with a series of achievements gained. This demonstrates that exploration geochemistry has entered into an overall development stage, and such a multipurpose comprehensive geological survey is the strategic choice of exploration geochemistry. Starting with the newest achievements made by modern science and technology, we should formulate the theoretical system, methodological system and quality system and adopt scientific attitude and active measures so as to constantly promote exploration geochemistry to the higher and higher levels.

Key words: 21st Century; the 10th Five Year Plan; multipurpose comprehensive geological survey; achievements made by exploration geochemistry; technical measures

作者简介: 奚小环(1949-), 男, 1978年毕业于北京大学地质地理系地球化学专业。教授级高级工程师。现任中国地质调查局基础部副主任, 从事勘查技术管理工作。