

地球化学勘查方法在环境质量评价中的应用

常凤池 穆泰勤

(冶金部地球物理勘查院·河北保定市)

环境质量评价是环境科学研究的重要内容之一。应用现有丰富的地球化学资料,可提高环境质量评价的精度和质量;成熟的地球化学勘查方法和手段,可弥补环境质量评价常规方法的不足,对解决污染物质的物质来源,确定污染因子,研究污染物质的迁移转化和污染机理,有效地进行环境质量预测分析,具有独特的作用。

关键词: 地球化学勘查; 环境质量评价; 污染因子

国内外环境评价技术发展现状

环境质量评价是环境科学的一个重要分支,自1969年由美国首先提出以来,经历了一个缓慢的发展阶段,到70年代末期,随着世界各国对环境问题的重视,环境质量评价得到了迅速的发展。现在世界上已有80多个国家开展了这项工作,仅日本就有几十个环境评价学术组织。

环境质量评价包括环境质量影响评价和环境质量现状评价,前者为建设项目决策服务,后者则是查明背景含量及污染类型与污染效应。环境质量评价的内容,包括地球各个圈层自然环境要素的破坏,如空气、水体、生(植)物、土壤、地层结构等,有物理的、化学的、生物物理的、地球化学的、生(植)物地球化学作用和影响。

我国的环境评价始于1979年,迄今已经对400多个大中型建设项目和区域开发项目进行了评价。我国环境评价有着自己的鲜明特点,除了为建设项目的决策提供服务外,通过对建设项目的污染影响预测和治理措施的研究,将污染影响控制在自然环境和人类所能够承受的生活环境范围内,也是环境质

量评价的目的之一。经过10多年的发展,已在保护环境,防止自然环境恶化,指导环境的合理开发利用方面,起到了重要作用。

但是,目前环境保护和环境评价部门的常规作法,由于受方法、时间和测试水平的限制,在评价精度、深度和研究水平上,都存在着不足,如在环境质量现状评价中,监测点常按功能布置,测点稀疏,虽然对查明污染类型和成分有一定作用,但对其空间分布则难以精确控制。另一方面,目前环境质量评价常规方法,是以浅层土壤、地表(下)水及植物、生物做为分析对象,直接反映污染的效应和结果,对污染物质的来源和形成机理,则未充分研究。这些问题严重影响到环境质量评价的结果和质量,更影响了区域环境治理、环境规化和环境开发利用的决策水平。

环境质量评价中地球化学勘查方法的应用基础

地球化学勘查是与环境科学密切相关的一门学科,尽管二者以往所研究的目的和任务不同,但研究内容和对象,在宏观和微观上,都具有很多共同之处。如地球化学勘查,多年来是以找矿为目的,究研元素在地

壳、土壤、作物、水体等不同介质中的分布分配、迁移转化、集中分散规律,而这些内容也是环境科学研究和环境质量评价的主要内容。一些重金属元素及其化合物,是环境污染的主要成分,也是环境质量评价的主要污染因子。我国的地球化学勘查,经过了几十年的艰苦工作,积累了丰富的资料,具备了一整套较为完善的工作方法和手段,特别是经过近几年的发展,在理论、方法和技术手段上,已充分具备了从事环境科研和环境质量评价工作的条件。

1. 在全国各地质系统中,完成了大量区域化探扫面、土壤地球化学测量和水文地球化学及生(植)物地球化学找矿,这在客观上为环境质量评价提供了丰富的资料。如地矿部系统已完成的300多万 km^2 的1:20万区域化探,冶金部、黄金、有色、核工业部系统完成的大面积1:5万土壤地球化学测量和1:1万矿区化探,工作精度高,分析元素多,信息丰富。这些工作除了为环境质量评价提供了丰富的地球化学背景资料外,由于样品采集密度大,数据连续,信息丰富,还可准确反映污染因子在局部和空间上的分布规律和污染组合类型。

2. 地球化学勘查研究元素在三度空间的展布规律。如对土壤的研究,不仅研究表层、深部土壤和基岩样品中元素的分布特征,也要研究不同介质中元素的不同含量特征,以反映污染因子的组合和主要来源。

3. 地球化学勘查新方法、新技术的发展,为环境质量评价提供了新的技术手段。近年来开展的气体地球化学测量,尘埃地球化学测量,植物地球化学测量和相态分析及偏提取技术,可做为研究自然界不同介质污染和污染因子存在形式的方法之一。

4. 地表地球化学环境,无论是土壤、水体、生物或植物,元素的存在形态、迁移转化、吸收释放,均与此密切相关。地球化学勘查对元素在不同地球化学条件下的迁移

转化和沉淀富集规律,已进行了多年研究,对于个别元素,已建立了表生迁移转化模式。这些成果对指导环境质量评价和预测分析及环境容量研究,具有十分重要的意义。

环境质量评价中地球 化学勘查方法的作用与 效果

自1985年以来,我们在全国各地20多个环境质量评价项目中,对工程项目涉及的土壤、水体、粮食、蔬菜、牧草及工程设施事故进行了评价,现将几个具代表性实例简述如下,以说明地球化学勘查方法的作用与效果。

1. 应用现有地球化学资料解决污染因子空间分布

某沉积变质铁矿床是70年代初发现的中型矿床。矿体产于大片混合岩中。主要工业矿石类型为磁铁贫矿、零星赤铁矿和磁铁富矿,平均品位30.5%。在露天开采过程中,可能产生的污染为噪声、粉尘、矿坑涌水、废石场淋溶水。根据国环字(86)003号文,为了给建设项目环境质量研究提供对比资料,在工程开始前,对区内土壤做了环境质量现状评价。

由于评价区处于一找矿重点区,历史上曾以找铜、铁为中心,做过多次工程探矿和化探扫面工作,如以找多金属为目的 $200 \times 100\text{m}$ 网度的土壤地球化学测量,采样深度10~30cm,分析项目有Cu、Pb、Zn、As、Cd、Hg、Cr、Mn、Fe等15种元素。根据本次评价工作时间紧、资金少、质量要求高的实际情况,在评价中充分利用了现有地球化学资料。首先,对可能造成土壤污染的元素,以富集系数作标准,进行了污染因子筛选。入选污染因子有As、Pb、Zn、Fe 4个元素。然后以区域土壤中4个元素的背景值加两倍标准差作为评价标准,共圈出3个污

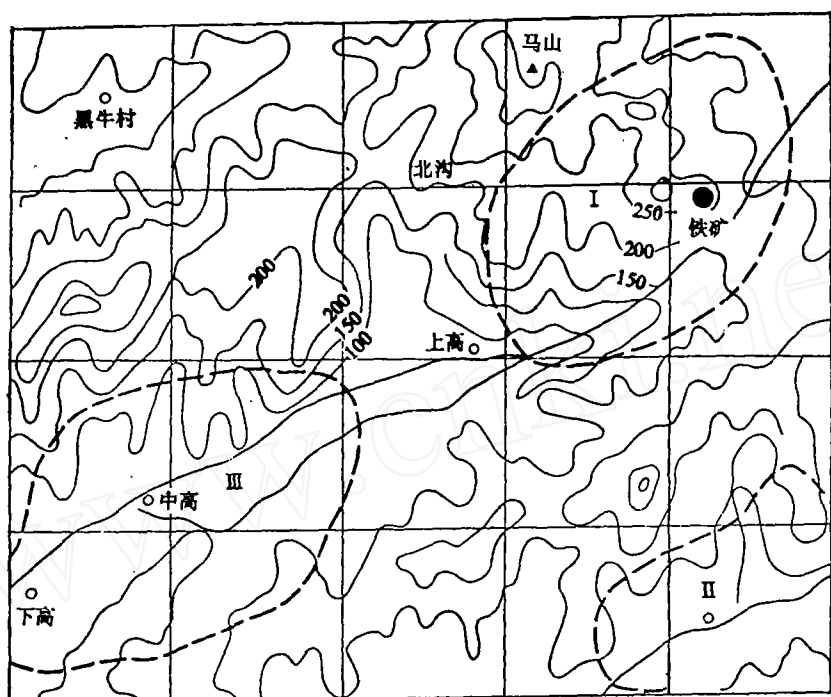


图 1 某铁矿开发前土壤环境质量现状评价结果
(图内标的数字为等高线值)

染带(图1),且各带4元素污染组合具有明显相关性。在该工程中,应用现有地球化学勘查资料进行环境质量现状评价,具有以下特点:

(1) 采用富集系数对评价因子进行选择,准确度高,选出的污染因子具有较好的代表性。

(2) 评价标准是在区域大量数据统计的基础上求得,标准选择实际可靠。

(3) 采用已有地球化学资料,工作精度高,数据连续,可准确控制污染因子的空间展布。

(4) 利用已有的丰富地球化学数据,可大大提高工作效率,缩短评价周期,节约评价费用。

2. 以介质中元素组合特征研究污染物质来源

我国北方某市是环境污染严重的城市之一。由于历史原因,全市500多家工矿企

业,大都分布于市区中心。这些企业在生产、运输过程中造成的大量粉尘、烟尘排放于城区上空,由于受气象和地形条件影响,大部分被封闭于山谷盆地内,使城区平均降尘量达 $101.1\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{月}$,大大超过国家大气污染标准。此外,市区每年排放未经处理的工业废水2.3亿t,直接进行灌溉和排入太子河。污水中大多数监测项目和重金属元素,超过农业灌溉用水标准。

结合钢铁公司“七五”计划工程项目,我们对全区土壤环境质量做了评价,评价因子包括Fe、F、Pb、Zn、As、Cd、Hg、Cr等。工作结果发现3个Hg、Zn、Pb污染带(图2),污染带土壤耕层和犁底层均受到较严重污染。通过实地踏勘,首先查明了I、II号污染带,分别受溪湖厂区和公元水泥厂一平山厂区影响。但对III号污染带的调查表明,该带位于该市太子河区段上游,是市工业和生活用水的水源地。区内无污染企业,

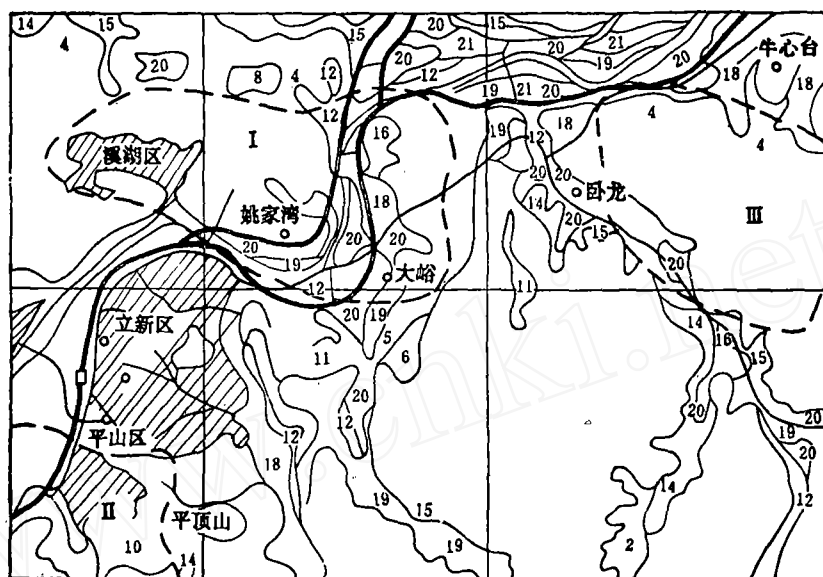


图 2 某市土壤区域评价结果

2—酸性岩棕壤性土；4—石灰岩类棕壤性土；5—耕型石灰棕壤性土；6—片岩类棕壤性土；12—耕型坡积棕壤；14—耕型坡积潮棕壤；15—耕型黄土状湖棕壤；18—耕型砂质草甸土；19—耕型壤质草甸土；20—草甸土型菜园土；21—草甸土型水利土

土地无污染史，且处于太子河谷主导风向的上风向位置，受市区降尘影响甚微。

在所有资料均不能对污染源做出评价解释的情况下，对污染区做个深部系统取样分析，测定了深部基岩——奥陶纪灰岩的地球化学组份。结果表明，深部灰岩中的Pb、Zn、Hg含量较同类岩石高；地表土壤中3元素含量高于岩石中含量，两介质中相应组份Pb和Zn呈显著相关关系。说明Ⅲ号污染带主要受深部自然地质体影响，污染带的形成是上述元素在地表石灰岩棕壤中富集的结果。

3. 从元素的存在形态、迁移规律研究入手对污染效应和环境容量进行预测分析

某钢铁建设项目位于长江中下游某地江汉平原东南部边缘地带，区内分布着钢铁、冶金、发电、船舶制造、建材、化工等十几家大型企业。该区外围是以粮食蔬菜为主体的农业区。区内土质良好，雨量充沛，气候炎热潮湿，光照时间长，这为发展农业提供

了有利条件。但据一些调查资料，由于工业污水和工业粉尘的大量排放，在直径5km范围内，土壤已受到污染，个别区地段环境容量明显降低。为客观反映区内土壤的污染现状，为合理开发利用农业环境提供科学依据，结合钢铁建设项目环境影响评价，采用了地球化学偏提取技术和生态学研究方法，对元素在土壤不同层位的存在状态、生态效应、迁移转化和分布规律进行了研究。

实验共取土壤样品50件，作物（可食部分）样品36件。土壤样品经自然风干后，一部分过40目筛作形态测定，另一部分过120目筛进行全量测定。形态测定采用1N醋酸铵和0.005M DTPA溶液提取并做残留态分析，全量测定以王水—高氯酸消化。金属元素分析仪器为PE-3030原子吸收分光光度计，F、pH、Eh测定采用了CORING—EEL110型离子选择电极。下表和图3为样品试验结果。

在微量元素生态学研究中，常把醋酸铵

土壤中元素形态测定结果 (ppm)

提取剂	Fe(%)	Mn	Zn	F	Pb	As	Hg
醋酸法	0.0045	72.39	3.37	3.02	3.39	0.60	0.04
DTPA	0.15	123.48	0.70	9.6	4.50	0.44	0.05
残留态	3.45	420.80	9.07	348.06	20.69	5.23	0.08

提取的土壤微量元素含量视为土壤的易溶态组份含量, 而将DTPA提取的量视为作物吸

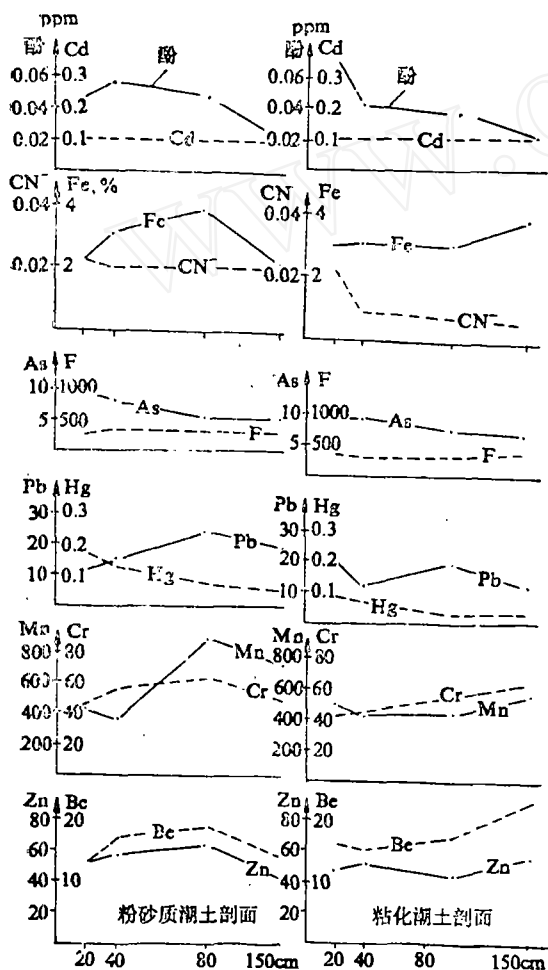


图 3 污染剖面污染因子垂向变化

收的土壤有效态含量。

研究表明, 尽管土壤中元素残留态是主要存在形态, 但易溶态和有效态组份较国内其他地区处于较高含量水平。由于区内气候炎热、潮湿多雨, 水汽蒸发效率高, 土壤渍水前后, Eh变化大 (渍水前431~

570mV, 渍水后158~370mV), 这使得很多高价和变价元素, 由固定态转化为可溶态 (包括易溶态和有效态), 从土壤颗粒中淋溶出来, 随地表水的渗漏而发生自上而下的迁移。在评价因子中, 氟化物具有较强自净能力, 在地表40cm即可净化为正常值; Fe、Be、Zn、Cr迁移能力较强, Pb、F、 SO_4^{2-} 次之。元素表生迁移距离, 在粘化潮土剖面向下一般为80~100cm, 在透气透水性好的粉砂质潮土剖面, 迁移深度可达100~150cm。

结论认为, 尽管受污水灌溉和大气降尘的影响, 但在有利的表生地球化学条件下, 近期内土壤环境质量不会产生明显恶化或导致环境容量明显降低。作物中元素的小区栽培试验和相关统计表明, 受作物种类和地球化学障效应影响, 土壤中毒性元素含量, 对作物质量未产生不良影响。

4. 应用现有地球化学方法进行工程事故预测评价

山西铝厂和某电厂同属于国家重点工程项目。前者是西北地区氧化铝原料供应基地, 二期工程完成后, 年产氧化铝120万t。后者是国家引用外资建设项目, 设计规模为240kW。铝厂二期赤泥堆位于电厂西南0.75km, 赤泥附液中含有碱性物质(1.5kg/m³), 具有较强腐蚀性和附着性。鉴于国外已有因赤泥堆场扬尘附着于供电绝缘子上, 造成重大污染事故的教训, 电厂于1988年初向国务院提出, 要求铝厂二期赤泥堆场搬迁的申诉。由于两工程已分别进入施工和施工准备阶段, 任何一种设计的改变, 都会给国家造成重大经济损失, 因此国家计委重点项目协调司在听取双方汇报后, 要求通过对铝厂二期工程赤泥堆场扬尘对电厂工程设施影响评价和事故预测, 确定二者共存的可能性。

本次评价工作, 使用了气体、尘埃、土壤地球化学测量方法, 采用了类比调查研

究、重点解剖、实际模拟3个步骤。大气采样及TSP测量,采用崂山仪表厂生产的交流大气采样仪;尘埃测量采用自然降尘罐,设置时间为1个月(10月1日至11月1日);土壤取样深度分别为0~10cm和40~50cm,指示元素同于赤泥主要成分,分别为 K_2O 、 Na_2O 、 TiO_2 等,研究结果表明:

(1) 赤泥堆场场区平均风速为4m/s,恰为赤泥颗粒的起动风速,在该风速条件下,赤泥堆扬尘源强为5896mg/s,附近地区TSP浓度为 $0.00005mg/m^3$ 。

(2) 土壤是大气降尘和赤泥堆扬尘的接收体,土壤中较稳的指示元素 TiO_2 和 K_2O 、 Na_2O 成分,在赤泥堆场区主导风向——东北风下风向,扬尘影响距离为400~500m,在侧风向上无明显变化。

(3) 将降尘、TSP、土壤地化测量求

得的各项参数,结合气象条件进行数字模拟,结果认为,在冬春两季节的东北风条件下,由于电厂位于二期赤泥堆场上风向,并与赤泥堆场平行排列,赤泥扬尘主要沿主导风向运动,对电厂不产生影响。

(4) 在西风条件下,当赤泥堆场全部使用后,其扬尘年均贡献浓度 $0.0001mg/Nm^3$ (标准大气压下 $1m^3$ 空气中所含物质质量),可影响电厂厂区西南边缘(图3A);在风速为6m/s条件下, $0.0005mg/Nm^3$ 浓度线可影响西南边缘, $0.0001mg/Nm^3$ 浓度线可影响电厂厂区南半部(图3B);在西风风速12m/s条件下, $0.0001mg/Nm^3$ 可影响电厂大半部, $0.0005mg/Nm^3$ 可影响电厂厂区南半部,厂区西南边缘可达 $0.0015mg/Nm^3$ (图3C),风速为6m/s条件下的情况见图3D。但该区西风起尘风速仅为0.18%,全

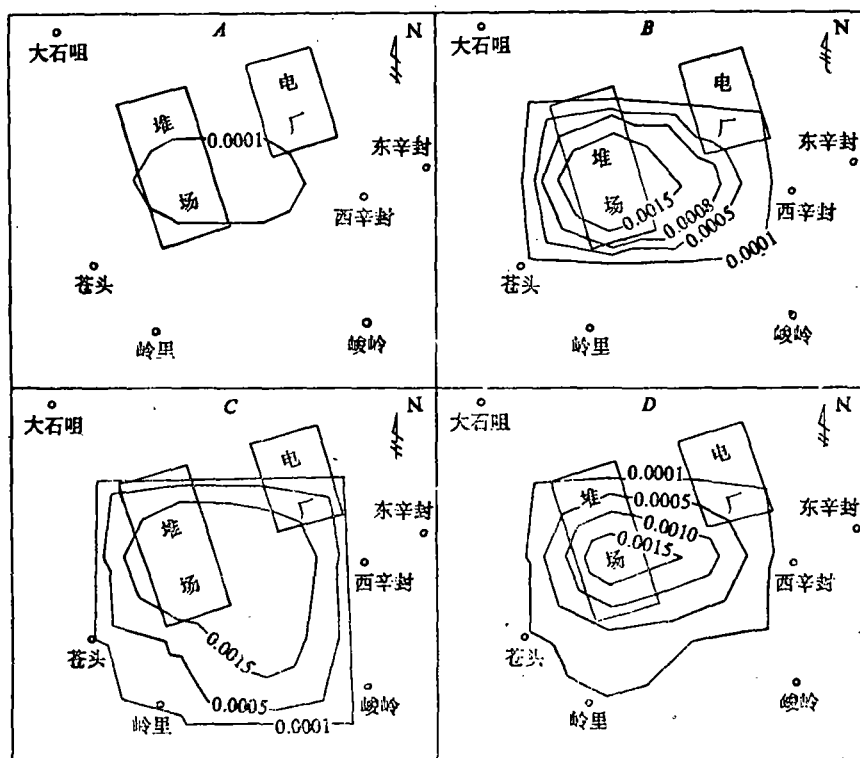


图4 堆场扬尘贡献浓度(mg/Nm^3)分布图

A—面积为全部时的年均贡献; B—面积为2/3、风速为6m/s; C—面积为全部、风速为12m/s; D—面积为全部、风速为6m/s

年发生率极少。

(5) 电厂拟建厂区附近, 最大降尘量为 $0.069\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{月}$, 其中赤泥成分占总降尘量3.2%。

据此认为, 尽管二期赤泥堆场扬尘, 在不利气象条件下, 对电厂厂区可造成轻微影响, 但因发生率低, 扬尘中赤泥成分所占比例甚微, 加之该区气候干燥, 仅二期赤泥堆场扬尘不足以造成供电设施污染事故的发生。因此, 两工程可按原设计和建设方案同时进行。但考虑到工程建成后微气候的改变, 为确保安全, 评价结论建议, 在冬春大风季节(大于 $7\text{m}/\text{s}$), 采用喷洒高分子聚合物的办法(如醋酸乙脂), 使赤泥堆表面固结, 以防堆场迎风面起尘。同时尽量采用一切降低区域风速和减少扬尘的措施, 包括栽植高密度绿化带等。该评价的各项结论与建议, 已经国家计委和国家环保局正式批准实施。

上述实例说明, 在环境质量评价中, 现有地球化学勘查方法和技术手段, 可弥补目前环境质量研究和评价技术的不足, 应用地球化学勘查理论和丰富的地球化学资料, 可提高环境科学的研究水平和环境质量评价精度。

结论与建议

我国环境保护法明确规定: “县级以上人民政府环境保护行政主管部门, 应会同有关部门对管辖范围内的环境状况进行调查和评价”。对建设有污染环境的项目, 要求“必须对建设项目产生的污染和对环境的影响作出评价, 规定防治措施, 经项目主管部门预审并依照规定的程序报环境保护行政主管部门批准”。

地球化学勘查是与环境质量评价密切相关的学科, 在环境管理水平不断提高, 环境质量评价技术要求、深度和广度不断提高的情况下, 有着广阔的应用前景。据此, 建议成立勘查地球化学专业委员会的全国环境质量评价组织, 充分发挥专业技术和设备优势, 不失时机的将已成熟的地球化学勘查方法和手段, 推广应用于环境科学研究中。地球化学勘查在为环境科学研究和环境保护做出贡献的同时, 也必然会加快自身的发展和提高。

本文实例引自本室所编环境质量评价报告书, 参加工作的有杜桂林、傅国林和刘建平同志, 文章编写过程中得到李惠、田俊杰高级工程师及高扬同志的悉心指导, 在此一并致谢。

Application of Geochemical Exploration Methods to Environmental Quality Assessment

Chang Fengchi Mu Taiqin

A wealth of geochemical data now available may be used to raise the accuracy and improve the quality of the environmental quality assessment. Mature geochemical exploration methods and tools may be adopted to remedy the insufficiency of the conventional methods for environment quality assessment. All geochemical exploration methods have their own unique usefulness in finding the source of the contaminating material, in determining the contamination factor, and in studying the migration and transformation of the contaminating material as well as the mechanism of contamination. They are also effectively used for prognostication analysis of environment quality.