

现代岩矿分析技术格局与展望

李家熙 朱玉伦

地矿部岩矿测试技术研究所, 北京

摘要 本文回顾了近年来岩矿分析技术的发展状况。指出地矿部在八十年代由于大型仪器的引入、使用和普及以及现代化学分析的新发展, 使岩矿分析技术形成了新格局。展望未来, 随着地学研究的深入发展, 现代分析技术、自动分析技术、联用技术、信息管理等的推进将是当前岩矿分析技术的重要内容。同时应充分注意与边缘学科结合向其它服务领域延伸的新任务。

建国四十年来地质找矿和地质科研工作取得了可观的进展。岩矿分析是地质工作的组成部分, 从学科上说它是分析化学在地质试样分析领域中的应用, 同时也是地质实验工作中最早的手段之一。其开始是以经典的化学分析为主, 经历四十年的科学进步, 如今已是面貌崭新的多学科、多专业的综合分析技术。纵观全局, 结合国内外分析技术的进展, 对岩矿分析的现状和前景进行讨论, 将会更好地在科学技术现代化目标中实现岩矿分析技术的现代化。

一、八十年代岩矿分析技术的新格局

回顾五十年代初期, 我国创建的几个岩矿分析实验室, 所用的分析技术大多是以重量法、容量法和比色法为主。仅有的仪器装备是: 具有中等色散率的苏制ИСП-22光谱仪, 经典的V-301普通极谱仪和滤片式的比色计等。六十年代、七十年代前期, 许多实验室自行组装新型仪器, 国产的光谱仪、比色计、原子吸收光谱仪相继出厂, 孕育着的新方法随之推出。

时至八十年代, 现代科学技术向分析化学领域的迅速渗透, 现代物理学、数学、电子学以及激光、等离子体、微波等技术的高速发展, 使分析化学学科在理论上和实践上都得到了显殊的进步。一些在五十年代、六十年代提出的理论和实验室仪器趋于完善和

成熟。如1955年Walsh^[1]提出的原子吸收理论, 1961年Reed^[2]奠定的感耦等离子炬理论, 在八十年代都形成了一代全新的分析仪器并进入了实际应用。又如激光技术, 由于其单色性、定向性好、穿透力强, 已应用于岩矿分析如激光荧光、激光气化进样、激光共振电离光谱等, 均可提高测定的灵敏度和分辨率。

我部岩矿分析技术, 由于相继引进了一批现代化技术设备, 在技术上强化了岩矿分析实验室, 从而使测试队伍的面貌发生了根本的变化, 形成了岩矿分析技术的新格局:

1. 现代仪器分析技术为主

(1) 大型仪器分析系统的建立

以等离子体光源代替电弧光源的电感耦合等离子体—发射光谱(ICP-AES)在发射光谱分析中是一个极大的突破, 无论是测定灵敏度、线性范围、基体效应和多元素同时测定等方面均不同程度地优于经典发射光谱。七十年代投入使用以来, 发展十分迅速。目前已成为地质试样中常量及痕量多元素测定的重要手段之一。首先解决了15个痕量稀土元素同时测定的难题, 促进了地质研究, 并因此获得了国家科学技术进步奖。同时, 此项技术在全国1:20万化探扫面工作中, 被确定为三种配套方法之一。多道等离子光谱高效地满足了含量在 10^{-6} — 10^{-10} g范

围的30余种元素的同时测定。仅易挥发元素及贵金属的测定尚需辅以其它仪器分析方法,为完成大量分析任务作出了重大贡献(见表1)。此外,ICP-AES在解决多类单矿物、硅酸盐岩石以及水样中主、次、痕量元素的分析也取得了新进展。

电感耦合等离子体质谱技术(ICP-MS)是一种联用技术,在超痕量元素分析和同位素测定中显示了优越性。与ICP-AES法相比,ICP-MS更为简单,无光谱干扰,基体效应相对较小,线性动态范围更宽,其检出限几乎对所有元素都可以达到0.01—10ng/ml,比ICP-AES法低1—2个数量级。对地质和环保样品中痕量稀土和天然水中超痕量元素分析,一般可不经化学预富集直接测定。随着此项技术及方法的不断完善,其潜力可得到充分发挥,如利用超声雾化进样装置的检出限较普通气动雾化低至少1个数量级。

表1 ICP-AES为主体的配套方法^[3]

方 法	测定元素数	测定元素
等离子体-发射光谱	24	Al Ba Be Ca Co Cr Cu Fe K La Li Mg Mn Na Ni P Pb Sr Th V Y Zn Ti Nb
发射光谱	4	Ag B Sn Zr
电分析化学	3	F Mo W
原子荧光	4	As Bi Hg Sb
原子吸收(或发射光谱)	3	Au Ag Cd
分光光度法(或激光荧光法)	2	Si U

X-射线荧光光谱(XRF),无论是波长色散还是能量色散谱仪在技术上都比较成熟。已成为硅酸盐全分析,化探样品中多元素测定以及铁矿、铅锌矿、铝土矿、锰结核等多种类型地质样品中主次成份和部分痕量元素分析的重要手段。近年来,应用各类数据处理、数学校正模型、试样制备和离子交换纸等分离富集技术,为XRF对痕量和超痕量元素分析开辟了新的途径。以X-射线荧光

光谱法为主体的配套方法也被用于1:20万化探扫描面中(表2)。

表2 X-射线荧光光谱为主体的配套方法^[3]

方 法	测定元素数	测定元素
X-射线荧光光谱	24	Al Ba Ca Co Cr Cu Fe K La Mg Mn Na Nb Ni P Pb Si Sr Th Ti V Y Zn Zr
发射光谱	4	Ag B Be Sn
原子吸收	2	Cd Li
电分析化学	3	F Mo W
原子荧光	4	As Bi Hg Sb
分光光度法(或原子吸收)	1	Au
分光光度法(或激光荧光法)	1	U

上述大型仪器均在多元素痕量分析、单矿物分析以及大批量硅酸盐岩矿分析中起到了主力作用,在本所完成生产任务量高达50%以上。

(2) 原子吸收光谱技术的普及应用

经过近20年的发展和完善,原子吸收法在当前已成为地质实验室岩矿分析的主要手段之一。我国已拥有约7000台仪器,其中4500台为国产。广泛地应用了火焰法测定Co、Cr、Cu、Fe、Hg、Li、Mn、Ni、Pb、Zn、K、Na、Ca、Mg;无火焰法测定Au、Ag、Ba、Be、Bi、Cd、Sn和Sr;氢化法原子吸收或原子荧光法测定As、Sb、Bi、Hg、Se和Te。近年来,仪器的主要进步是微机应用和智能化程度的提高。从研究方面看,提高基态原子的产出效率、基体的改进、高温反应机理、新的原子化器以及不同背景扣除装置等仍是主要课题。其明显的趋势为建立新的联用技术,如气相色谱-原子吸收、激光-原子吸收、光敏二极管阵列检测系统、在线流动注射分离-原子吸收法等将作为重要的方面开展研究。

(3) 常规仪器及专用仪器的现代化

光度法可测元素达40余种,为岩矿分析中成熟的主要手段之一,完成地矿部门约1/3的岩矿分析任务。在地矿部研制的18个标样70个元素的测定中,要求光度法提供数据的项目有:As、B、Be、Co、Cr、Cu、F、Mn、Mo、Nb、Ni、P、Sb、Th、Ti、U、V、W、Zr、Se、Te、Sn、Ta、Tl、Ga、Ge、Cl、Br、I共29个,占分析元素的41%。近年来由于新技术的引入,出现了现代分光光度计,具备微机化多功能的性质,从而开拓了许多新的研究和应用领域。导数分光光谱法、双波长法、三波长法、导数荧光和同步荧光分析,激光-荧光分析以及计算化学等在岩矿分析中的应用日益扩大。在解决性质相近的元素如W和Mo, Nb和Ta, 稀土分量等的测定上大有进展。另外,新近出现的光导纤维传感器,长光程法等新技术也日新月异地在研究和发展。

近年来,随着计算机的应用,极谱仪的发展也很迅速。国外多功能的电分析仪、脉冲极谱仪、方波极谱仪、及国产JP-1和JP-2型示波极谱仪性能良好,已广泛应用于W、Mo、V、Co和贵金属等几十种元素的测定。目前国内外开展有机络合物吸附伏安法机理,电极表面的修饰及表征研究,单分子层、多分子层及各种膜的修饰电极的研制工作也取得了一定进展,这将推动电分析化学技术的迅速发展。

离子色谱仪、碳测定、电传感器等专用现代仪器的问世和推广使用,解决了岩矿分析中阴离子测定、结晶水和碳测定中耗样大、流程长、灵敏度低、精度和选择性差等难题。

2. 现代化学分析的新进展

化学分析是岩矿分析的基础,即使在现代仪器分析为主导的今天,化学分析仍然起着不可缺少的重要作用。

(1) 分离富集技术的发展

无论是采用现代分析仪器或其它手段进行岩矿分析,当存在干扰因素或被测元素含量接近或低于其检出限时,预先采用富集分离技术是不可避免的。实际上现代痕量分析的总模式是:高效分离富集技术与高灵敏检测技术的结合。1987年美国G. A. Meyer^[4]评述ICP-AES是否仍是痕量金属分析的“灵药”时,例举了离子交换-ICP-AES分析方法,并指出了与分离富集技术联用的发展方向;日本在十余所大学中合作研究“痕量元素的预富集分离”^[5];加拿大Dalhousie大学化学系“痕量分析中心”采用XRF、AAS、NAA等分析技术的同时也研究树脂纤维素,泡塑吸附等技术^[6]。国内岩矿分析中对于上述研究和应用也不乏实例。可以归纳为两个特点:其一是各种经典的分离富集方法包括沉淀、萃取、离子交换等仍然被广泛应用。例如在ICP-AES法或ICP-MS法中,利用氢氧化物沉淀预分离实现天然水中多项痕量和超痕量元素测定;氢氧化物沉淀、离子交换树脂联合分离富集实现ppm级和ppb级15个稀土元素分量测定和铅同位素比测定;利用离子交换树脂、萃淋树脂等色层柱联用分组富集分离,简便、快速地实现了多类单矿物全分析。另外,各种类型的离子交换纸、薄试样制备、萃取、离子交换树脂等分离富集手段可以提高试样浓度1—5个数量级,为现代的X-射线荧光光谱仪、原子吸收光谱仪、分光光度计以及极谱仪实现岩矿分析中痕量和超痕量元素测定提供了条件。富集分离的另一个特点是,将具有选择性分离的试剂与高效柱分离相结合。如将有机磷、高分子胺等萃取剂或螯合试剂通过聚合或负载于一定的担体上再通过柱分离。这些螯合树脂、萃淋树脂、螯合负载树脂、改性硅胶、改性纤维素、泡塑负载等,大多已用于岩矿分析中。其中对金、镓、铟、铊、硒、碲、铀、钍、铯及稀有、稀土金属元素的分离富集更

为活跃。

(2) 化学反应新体系的研究

新的化学反应体系的研究是建立分析方法的基础,它不仅可促使分析技术向纵深发展,还可起到推陈出新的作用。

极谱分析技术已近60年历史,由于催化极谱的出现使极谱呈现了新局面,我国提出了近百例催化波新体系多已在生产中得到应用。特别是测定铂族元素,其灵敏度达 10^{-9} — 10^{-11} mol/L,对各稀土元素(除Eu、Pm)的测定,灵敏度也可达 10^{-11} mol/L,为其它分析技术所不及。这些催化波的特性均与金属离子与有机配位体的络合物相关。

光度分析技术也在发生新的变化^[7],其重要的一方面是化学基础的发展。这表现在有较高实用价值的新试剂和新的反应体系使分析的选择性、灵敏度明显提高。国内对于多元络合物、表面活性剂的应用、动力学新反应、化学发光分析等研究十分活跃。由于新试剂、新反应体系而达到 10^6 摩尔吸光系数的光度法已见诸文献,并相继应用于岩矿分析中。仅1989年《岩矿测试》杂志刊载的论文有近30%涉及新试剂、新反应体系在岩矿分析中的应用。各类取代基荧光酮多元体系直接测定岩矿中W、Mo、Ge、Sn等高价痕量元素;各种取代基偶氮试剂多元素体系测定稀土元素、铀、钍、钽和钽进展较为突出。

(3) 现代色谱技术的发展

现代色谱技术是80年代充满活力迅速发展的分析技术。其关键部分为色谱柱,所使用的担体、固定相、淋洗技术以及螯合物衍生等均有显殊发展。高效液相色谱已用于无机分析,可在10—20分钟快速完成分离和多元素分析,并可进行元素的价态及形态分析。离子色谱在岩矿分析的阴离子测定中已显示了其独特的作用,弥补了其它测试手段的不足。色谱仪可同多种高灵敏检测器联用,对痕量多元素同时测定具有前景。

综上所述,八十年代由于地质找矿和地学研究及高技术的发展促使岩矿分析技术也迅速推进,在势态上出现了历史性转变,形成一个新格局,并为分析化学在应用技术的发展上作出了贡献。同时扭转了地质样品分析不及时被动局面。仅就1987年全国28个省局实验室统计完成工作量比1983年翻一番,并且在分析项目、质量等方面均能满足地质工作发展要求。1966年—1980年,由化探找矿查明地球化学异常和背景并圈出找矿远景区、矿化带和矿床可能赋存位置有86处。而1981年—1985年圈定了238处,出现大幅度增长^[3]。

岩矿分析技术的发展优势还使服务领域扩大至农业、化工、轻工、医学各部门,促进了环境科学、生命科学和能源科学的研究。

同时,由于岩矿分析多种技术的发展,为地质标准物质研究提供了有利条件。十几年来研制了几十种地质标准物质,其中水系沉积物GSD1-12,土壤GSS1-8,岩石GSR1-6,超基性岩DZΣ1-2,铬铁矿DZCr1-2,金标样和12个电子探针标样均为国家一级标样。GSD、GSS、GSR系列标样提供了50—70项主、次、痕量元素结果,使我国进入国际标准样品10个先进国家行列,为分析技术发展也为国际合作和交流作出了贡献。

二、岩矿分析技术的展望

目前矿产资源开发与探索领域已从地表到深部,从陆地到海洋;地学科研也由地球到天体。1988年28届国际地质大会的趋势表明,地质学家当前已把研究重点从矿床地质转向环境地质。由此,地质实验测试任务也将涉及到有机分析,元素的价态、形体形态和结构分析,以及流体和包裹体成份分析等,以求不断开拓微观和亚微观地质信息的研究。

另外,从分析化学发展的两次变革来

看^[6]，第一次是在廿世纪初期，由于分析化学基础研究的开展，特别是物理化学的基本概念把分析化学从一门技术转变为一门学科。而在廿世纪四十年代，由于光电效应的发现及光电技术的发展促进多种仪器分析方法的发展，冲破了以经典方法为主的局面，形成了第二次变革。目前又被认为“分析化学已面临一个新的变革前夕”。据报导^[9]1988年的“39届匹兹堡分析化学和应用光谱会议”已表现了这个开端，并预言第三次变革的特色为自动化、智能化和综合化。当然第三次变革从何时开始、何时完成只是一个由量变到质变的问题。

因此，地质科学的发展和现代高技术向分析化学的渗透趋势必将影响岩矿分析接受新任务和扩大新领域。

1. 自动分析技术

岩矿分析自动化是目前发展方向之一，当前分析仪器虽已具有一定的智能化程度，但在各工序的连接上还有大量的工作要改进。目前和将来的趋势是研制分析过程甚至总体的自动化^[10]，即从采样到输出结果的自动化配套设备。

流动注射分析(FIA)的创始人 Ruzicka 和 Hansen^[11]曾预言“FIA对溶液分析产生的效果将可能象晶体管取代电子管一样，对溶液自动分析将会带来巨大推动作用和革命性的变化”。事实上，由于 FIA 设备简便，适用性广泛，几乎可以与所有液体进样分析技术连结，已在自动分析技术中显示其重要作用。十几年来 FIA 文献一直呈上升趋势，无论是基础研究还是应用上都取得很快发展。在 FIA 中，浓度梯度上的任一流动单元内都包含着大量信息，采用多道检测器可将这些信息予以解析。FIA 与光度法结合还可以实现某些元素的价态分析。近来又出现了以 FIA 为基础的高效率的在线分析技术，经在线分离富集之后能检测痕量或超痕量元

素，其进样量可以在微升级，也是一种微量分析新技术。此项技术虽然已应用于地质试样分析，但远不如其它领域广泛。但是这种诱人的前景必将在岩矿分析中得以发展。

自动分析的另一种体系为可改编程序式的多功能的操纵装置。由计算机控制完成分析过程中的各个环节已开始的分析化学中应用。如美国 Kansas 州大学已出现这种仪器，用于测定污水中 18 个元素。美国 Cherron 公司机器人分析了污水中酚、磷酸盐、硫化物、铬和氰化物^[9]。这种机器人虽不完全适合于当前的国情，但对于计算机进入分析测试将使分析仪器获取更多的信息和惊人地提高分析能力应引起足够的重视。

2. 各种分析技术的联用

不同分析技术和分析仪器的联用，可以在发挥各自特点的基础上扩大仪器功能及应用范围。

将具有高离子化效率的 ICP 与高灵敏、高选择性的 MS 联用后，ICP-MS 使一般元素的检出限由 $\mu\text{g/ml}$ 级降低至 ng/ml 级。与此同类的联用技术还有 ICP-AFS, Laser-ICP-AES 等。

高压液相色谱 (HPLC) 是一种高效分离技术，可与各类检测器结合^[12]。最近除与紫外-可见光度计联用外，还发展了多道/光敏二极管阵列分光光度计检测器 (PDA)，由于其信息量充分等原因很快受到欢迎。气相或液相色谱/付利叶变换红外光谱 (GC 或 LC/FLIR) 及色谱-质谱都有联用。与各种电化学检测器联用也较常见，HPLC-AAS 耦合脉冲雾化和开缝管原子捕获法可增加原子滞留时间和提高灵敏度^[13]。美国 Ames 实验室还实现了 FIA-HPLC-ICP-MS 联用^[14]，分析了 6 种状态的砷和硒，并可同时测定 30 多种元素，检出限达到 $0.01-0.1\text{ng}/10\mu\text{l}$ 。

微波技术在近 20 年来有飞跃发展，很快

出现了微波激发、微波耦合光源技术等。由于微波快速深层内加热的性质出现的微波溶样技术,样品分解可以程序化控制,实现高速自动化溶样。目前已见商品仪器^[15],预计会很快得到推广应用。

综上所述,联用技术对岩矿分析是适应的,但是这些技术进入岩矿分析的实用阶段和普及尚有一定的距离,有待进一步研究和开发。

3. 信息管理与专家系统

国外用于实验室信息管理的计算机系统有P-E公司的LIMS/2000, Varian公司的Vax-11型LIMS/SM, HP公司的LABSAM/3350,以及Philips PALM等。使用一台带有应用软件并能灵活处理管理系统的小型计算机,包括终端设备和在短时间内产生大量信息的数据库(站),与各种仪器连接如AAS、ICP-AES、GC、HPLC、UV-Vis。实行三级管理,可以自动完成从样品进入实验室的登记、编号、选择方法、分析实施、直到打印报告发出结果、登记存档等全部工作。由显示屏幕可一目了然地掌握每一个样品分析进行的情况和实验全貌。信息管理工作潜在的作用是对信息的进一步利用与开发,这项工作随着研究工作的深入将显示其威力。

专家系统是人工智能科学的一个重要分支^[16]。1980年建立了最早的DENDRAC分析化学专家系统,实质上也是一种计算机应用程序,利用计算机模拟或部分模拟某一领域专家的逻辑思维过程和解题策略,从而使计算机表现人类专家的“智能”,得出与专家相同或相近的结论。使分析家由单纯的“数据提供者”变成有用的“问题解决者”。专家系统程序的执行路线是由问题的类型及推理过程的状态确定的。专家系统引入分析化学虽然时间不长,但很快得到发展和应用。目前国内外已在工业分析、红外光谱、色谱、无机定性、分析方法和分离路线的设

计、仪器调整、质量估计、采样决策等领域开发了专家系统。国内岩矿分析部门已拥有一定的计算机设备,预计在上述管理网络和专家系统两项工程将会取得进展。

4. 开拓“三微”分析技术

从“地质和无机材料分析”专论中看出^[17],我们所具备的分析手段与能力同国外水平是接近的,但在创新水平上不够。因此,我们不仅应对原有各种技术不断深化研究和推进发展,还须结合地质研究不断地开拓新领域、新技术。例如“三微”分析技术,国内在微量单矿物分析、痕量和超痕量元素分析、微粒激光技术和微区扫描技术等方面已取得一定进展。但在开展包裹体等分析中尚感不足。矿物包裹体中包含有大量地质信息,为地质研究工作的重要手段之一。但是样品微小到几微米到几十微米,分析较为困难。国外则以多种技术手段进行工作。如激光拉曼探针、离子探针、质子探针、质谱、NAA、IC、GC、ICP-MS、AAS等综合技术。国内用NAA为化探扫描面和超基性岩、水系沉积物、锰结核等标准物质分析提供过痕量和超痕量元素数据。由于NAA可取毫克甚至微克量试样,因此能对包裹体、单矿物和月岩样中20—40个元素测定,也是微量、微粒、痕量、超痕量元素分析的有效手段。

激光拉曼探针可以满足矿物包裹体成份分析要求,它不仅能分别对原生包裹体、次生包裹体进行单个包裹体成份分析,而且能同时对单个包裹体所含的气相、液相乃至固相(子矿物)进行非破坏性的定性、定量分析。分析灵敏度高于现有方法,简单快速,是包裹体研究中新的分析途径,并且还广泛用于无机和有机体系的结构分析。在法国已实现了用激光拉曼探针测定包裹体中40多项成分。国内激光拉曼探针已开始应用^[18]。

另外,随着同步辐射加速器开放实验室的建造而发展的同步辐射XRF新技术,由

于同步辐射源强度高、亮度大、光斑面积小等一系列特性,可用于X-射线微探针技术进行无破坏性分析和样品多维扫描,为研究地质成因、地质变迁提供重要信息,可使XRF分析的取样量降低至毫克级,而灵敏度提高1—2个数量级。

上述有些手段国内已经具备,但是欠缺综合研究和协同应用,限制了有效的分析能力。

5. 岩矿分析技术的延伸

随着矿产资源的扩大,可综合利用的矿物原料增加,要求分析人员不仅用新技术去观测样品的成份,也要求分析化学家用化学去为高技术和国计民生的需要提供新材料和新方法以及物质改性工艺的研究。这种化学科学与其它科学技术的交叉渗透也是我们岩矿分析领域中的新课题。目前地质系统实验室在非金属矿产的开发利用方面已做出了贡献。如造纸工业中的添加剂,污水处理中的吸附剂等,但这仅仅是起步。

另外,岩矿分析有可能进入的领域还有环境地质背景研究(包括无机及有机成份)及治理、环境地质与生命科学的联系;能源地质工作中标志元素及成因研究中分析测试也会不断出现新课题……。

技术的延伸意味着知识的更新,经过学习与实践,会被分析工作者吸收、消化和发展。

面向未来,立足已创就的技术基础,向新的世纪迈进。

参考文献

- [1] A. Walsh, Spectrochim. Acta, 7, 108, 1955.
- [2] T. B. Reed, J. Appl. phys., 32, 821, 1961.
- [3] 地矿部科技司,《地质实验室》3(增刊), 1987.
- [4] G. A. Meyer, Anal. Chem., 59(23), 1345 A, 1987.
- [5] K. Terada, Anal. Sciences, 4(4), 101, 1988.
- [6] 王明胜,《痕量分析》3, 87, 1986.
- [7] L. G. Hargis et al. Anal. Chem., 60(12), 131R, 1988.
- [8] 汪尔康,倪哲明,《分析试验室》,3(4), 50, 1984.
- [9] 陈梅芳,戚惟懿,《分析化学》17(4), 382, 1989.
- [10] Н. М. Кузьмин, Ю. А. Золотов. ЖАХ, 42(5), 773, 1987.
- [11] J. Ruzicka, E. H. Hasen, Chem. Tech. 9, 756, 1979.
- [12] H. G. Borth et al, Anal. Chem., 60(12) 387R, 1988.
- [13] J. A. Holcombe, et al., Anal. Chem., 60(12), 226R, 1988.
- [14] R. S. Houk et al, Anal. Chem., 58(12) 2541, 1986.
- [15] 王潇,《痕量分析》5(1), 56, 1989.
- [16] 石乐明等,《分析化学》17(10), 949, 1989.
- [17] F. E. Lichte et al., Anal. Chem., 59(12), 197R, 1987.
- [18] 陈安福《岩石矿物及测试》4(3), 231, 1985.

The Prospects and New System of Rock and Mineral Analysis

LI Jiaxi and ZHU Yulun

(Institute of Rock and Mineral Analysis, Ministry of Geology and Mineral Resources, Beijing)

This paper recollects a historical overview of the development of rock and mineral analysis. Many new instrumental analytical techniques and methods were set up during the past ten years. The advantages of this new system has

been greatly improved as a result of the revolution, which caused high sensitivity and through put for determining many geological samples in routine analysis.

For keeping up with the developing situation of geological prospects in the future, the new progress of analytical chemistry, the improvement of automation, the new combination of techniques, the laboratory information management system and the tendency to develop computer controlled instrumentation are mentioned.

To expand the applied method in different field, a new stage of rock and mineral analysis are also discussed.