

【编者按】涂光炽先生是闻名世界的矿床学家和地球化学家,是无可争议的我国地球化学学科的领军人,有关他对这两个学科发展的巨大贡献和重大科研成果国内学术界已出版有不少的专著、论文及相关报道,然而,关于地球化学学科发展中关键历史事件与重大成果产出的背景以及涂先生本人又是怎样的思考则披露及讨论的甚少。为此,本刊特约涂光炽先生的早期研究生、业务秘书及多年的部下与密切合作者,我国著名的稀有元素地球化学家赵振华研究员,根据其掌握的第一手资料,以及所保存的各种文字材料,如涂先生本人的论文、学术报告、与科研人员通信、讲话和为科研人员的专著作序等原始材料,就国内首开地球化学课程、发展我国地球化学及各分支学科、建立我国地球化学研究机构、创办地球化学学会和学术期刊、组织撰写地球化学学科专著、提出并支持地球化学发展新方向、热心培养地球化学与矿床学青年科研人才、执着发展地球化学以及终生献身地球科学事业等方面一一加以系统梳理始成本文。无疑,本文的发表将对弘扬以涂光炽先生为代表的我国老一代地球科学家矢志报国献身科学的崇高精神,激励广大中青年地球科学科研人员,投身于中华民族复兴的伟大事业具有重要的现实意义,同时对我国地球化学和矿床学学科史研究也具有重要的参考价值。本刊将分3期刊载该文,并在本刊公众号上逐一发表,敬请关注。

涂光炽院士与我国地球化学的发展(二)

赵振华

中国科学院 广州地球化学研究所,广州 510640

4 亲力亲为,组织撰写地球化学学科发展的专著

4.1 总结科研成果,提高研究水平

对于地球化学研究所承担的重大科研项目,在项目结束后,涂先生都不失时机的组织承担项目的科研人员总结、提高研究成果水平,编写出版成果专著。1979年出版了《华南花岗岩类地球化学》,1984—1988出版了《中国层控矿床地球化学》(一至三卷,1993年)《新疆北部固体地球化学研究新进展,2000—2003》《中国超大型矿床(I—II)》和2003年的《分散元素地球化学及成矿机制》等。在这些专著中,涂先生都无例外地撰写重要亮点成果。例如,在《华南花岗岩类地球化学》中,他撰写了“花岗岩成因讨论”和“结论”两章。在“结论”中涂先生指出:“与花岗岩类成因有关的稀有、稀土和有色金属矿床的形成,是花岗岩类长期演化的结果。华南地区不同时代花岗岩的地球化学演化是整个地壳演化的一个缩影。各时代花岗岩类的演化,其物质成分的继承发展贡献表现极为明显。富含成矿元素、碱金属及挥发成分的花岗岩多在演化晚期阶段形成,多期多阶段的选择重熔也说明

了为什么有工业价值的金属矿化带与复式岩体边缘或外围出现的偏酸、富碱、强蚀变的小岩体有关。这是花岗岩类长期发育、量变到质变、渐变到突变的一个结果。”在《中国层控矿床地球化学》(一至三卷)中,他撰写了第一卷的“绪论”和“中国层控矿床的若干特点”两章,第二卷的“层控矿床组合”一章,第三卷的“层控矿床的时空分布特点及找矿问题”和“结论”两章;在《中国超大型矿床》(第一卷)中撰写了“超大型矿床的含义、研究意义、分类及对国外超大型矿床的剖析”,在第二卷中撰写了“古泛大陆对超大型矿床的制约”“大规模成矿作用与地球演化重大事件之耦合”“超大型矿床时空分布”“形成于岩石圈演化”“基底控矿”及“新类型矿床开拓”几节;在《分散元素地球化学及成矿机制》中撰写了“绪论”。

涂先生根据地球化学的发展趋势,及时组织编写地球化学重要领域的研究成果和发展趋势专著,并为这些专著撰写绪论。1994年,他组织编写近代化学丛书系列的《地球化学》,在他撰写的绪论中,他定义到:“地球化学就是研究地球的化学,它是研究地球(也包括部分天体)的化学组成、化学作用及化学演化

的学科。”涂先生对地球化学学科的定义简洁、高度概括。据此,他概括了地球化学的三大任务为“包括地球的化学组成,早期偏重是地壳,二次世界大战后跨进了地球和某些天体;地球表面(积)深部和某些天体中千变万化、丰富多彩的化学作用;地球和某些天体各种化学演化,指出地壳、岩石、矿产和单一矿种及油气都是演化的。”他还概略介绍了地球化学发展的主要分支学科,全面、高度概括了20世纪70年代以来国际地球化学发展的十大重大成果:“成岩、成矿全过程的较深入了解;太阳系一些星体早期演化历史比以前清楚多了;上地幔不均一性的确立;飞速发展的稀土地球化学和稀有气体地球化学;异军突起的有机地球化学;地球上最古老的岩石在哪里;人们在多方面探索微量元素与人类健康之间的有机联系;地球历史最新篇章的下限向前推移了;地球表面突发事件的地球化学依据,白垩纪—第三纪界线黏土层铂族元素异常富集提供了陨石或彗星冲击地球,造成恐龙等生物灭绝;陨石学的迅速发展,发现碳质球粒陨石,吉林陨石雨及南极洲发现大量陨石。”

在涂先生的总体安排下,在该书中由地球化学研究所相关科研人员分别撰

写了发展最快的近代地球化学相关分支学科的重要成果,包括天体化学、地壳与上地幔的化学组成、同位素地质年代学、稳定同位素地球化学、微量元素地球化学、有机地球化学、环境地球化学、实验地球化学和热力学的应用等。该书由上海科技出版社出版,是“文革”后首部地球化学专著,它的出版受到地球化学和相关学科科研、教学界的广泛关注,也成为此后多年地球化学研究生招生考试和学习的重要参考读物。

4.2 为地球化学分支学科专著作序,深刻剖析分支学科发展态势

在倾注心血建立、推动我国地球化学学科发展的同时,涂先生对地球化学分支学科专著的出版也非常关注。他在为多部分支领域出版的专著、专辑作序时,总是亲自动笔而婉谢在他人所写的底稿上签名。这些序言言简意赅,对各分支学科发展趋势和专著的亮点高度概括,使读者对该分支学科发展和成果一目了然。

例如,在为中山大学李兆麟(1988)主编的《实验地球化学》撰写的序言中,他写到:“地球化学是一门年轻的学科,从萌芽到现在不过四五十年历史,但在固体地球科学中,它在国际上已经与地质学、地球物理并列,成为固体地球科学的三大支柱之一”“地球化学诸分支学科发展在我国十分不平衡,有的分支,如有机地球化学、微量元素地球化学、同位素测年等成长较快,在某些方面可与国际先进工作抗衡,但在另一些分支领域,如实验地球化学、稀有气体地球化学等,则显得相当薄弱,如实验装备、理论素养、工作成果等方面,都大大落后于国际先进水平,有的才开始起步”“实验地球化学涉及面较宽,凡在室内对岩石圈、大气圈、外来天体和天体本身的各式各样化学组成、化学作用和化学演化进行基础实验、应用实验和模拟实验的工作均可包括在内。诸如不同温压、酸碱度、氧逸度等介质条件下的平衡实验、不同相的元素分配、矿物溶解度、元素迁移形式、成矿流体性质、交代作用、深部作用的模拟实验等。除此以外,热力学和动力学的实验也可包括在内。实验地球化学的内容还可以含有气液及熔融包裹体研究,因为这一方法与模拟实验是异曲

同工,都可以说明成矿流体性质和一些物理化学参数。”

在王道德等(1993)主编的《中国陨石学导论》的序言中他写到:“陨石,这些小小的天外来客,自史前时期以来一直引起人们广泛的注意。但100多年来,天文学、固体地球科学、数学、物理学理论的引入及多种手段的综合研究,已使陨石学成为一门重要的自然科学的分支学科。陨石学处于天文学、固体地球科学和空间科学的边缘,也是它们杂交的产物,但反过来陨石学也为它们作出了贡献。研究陨石的重要性,无论怎样强调都不能说是过分的,因为它是太阳系早期演化的重要残留物质和见证者。陨石主要来自太阳系中的小行星及彗星,也有少量来自火星与地球,还有更少量太阳系外物质的加入。从人类赖以生存和活动的地球本身,很难推测太阳系早期的演化历史,因为地球自形成后所经历的各种变化既剧烈而又多期次,地球早期物质已被变质、改造、熔融、吞蚀、掩盖而很难发现其踪迹。多年来尽管岩石学和同位素工作者作了很大努力,所测定的地球表面最古老岩石的年龄不过3.8 Ga,而大量陨石的形成年龄却是4.55 Ga,因而从陨石的组成和演化可以推测太阳系和地球的早期历史。”

在欧阳自远(1988)所著《天体化学》一书的序言中他写到:“天体化学是一门十分年轻的科学,它真正进入青壮年阶段,不过是70年代的事,因而许多读者对它很陌生。我国有少数学者十多年来一直关注着国外这一学科的迅速发展,并结合我国的实际资料和样品在这一领域展开了调查研究。本书作者欧阳自远同志就是这样的少数学者之一,写一本目前国内尚未有的综合性的《天体化学》专著的责任自然就落在他身上了。”“天体化学是地质学、天文学和空间科学三大自然科学分支的杂交产物,它和地球化学有些类似。地球化学是研究地球的化学成分、化学变异和化学演化的学科,而天体化学则是研究天体的化学成分、化学变异和化学演化的学科。”“天体化学是地球化学的姐妹科学,它们互相启发,取长补短,共同发展。如果说,早期的地球化学孕育了天体化学的种子的话,那么今天已十分壮

大的天体化学正在推动着地球化学的发展,特别是地球早期历史的演变和地壳、水圈、大气圈的早期化学演化,都可以从天体化学研究中得到不少启示。”

1997年涂先生为我所著《微量元素地球化学原理》一书作序,他写到:“在过去30年固体地球科学发展的道路上,地球化学算是跑得较快的,而在地球化学诸分支领域中微量元素地球化学的成就引起了人们普遍的注目。原因之一是在丰富多彩、错综复杂、千变万化的长期地质过程中,微量元素可以起示踪作用。另外一些微量元素在高新技术快速发展中获得了新的应用,这就自然激发了人们对微量元素地球化学性质与行为的兴趣。”“说到底,十多年来议论热烈的地幔不均一性主要是微量元素含量及分布的不均一性所导致的,而白垩纪—第三纪界线恐龙与海洋浮游生物大量灭绝事件与天体撞击的联系也是由于此界线分布的黏土层含异常高的微量元素(特别是铱)所引起的。微量元素和同位素所能起到的示踪作用,是探索看不见、摸不着的自然过程的有力武器。”“这本书《微量元素地球化学原理》是迄今为止最全面而系统地讨论微量元素地球化学性质和行为的专著,它涉及了诸如各种成岩成矿作用、地球各圈层发育演化、近地天体以及环境中的微量元素地球化学。”“由赵振华教授执笔写这本专著是很合适的。他从事微量元素,特别是其中的稀土元素研究已有20余年不曾间断的历史,他的研究对象结合各项课题与任务,包括了花岗岩类、变质岩、沉积岩及不同成因矿床。他跑野外、作剖面、取样品、看薄片,并在可能条件下亲自做一些仪器分析测试工作,因此,积累了丰富的第一手资料。另外,他通过博览群书,参加会议,获取了国内外的有关新信息、新资料。作者将自己的科研成果与他人材料有机地融合在一起,既有理论,又有实际应用,形成了本书的一个特点”“相信本书的出版将会推动微量元素地球化学的发展和有助于微量元素的工业开拓。”

涂先生还为贵阳地化所谢鸿森研究员所著的《地球深部物质科学导论》和《陨石成因与地球起源》,中国科学院地质研究所刘嘉麒院士的《中国火山》,以

及武警黄金部队的蒋志总工所著的《地质体运动理论及其应用》等专著题写了序言。

5 开拓新领域, 提出并支持地球化学发展新方向

在涂先生70年的科研生涯中, 他始终坚持把握地球化学学科的国际学术前沿, 同时结合国家需求, 不失时机地开拓新方向、新研究领域、新课题, 并在理论上力求有所创新。他经常教导我们要把双眼紧紧盯在经常变化而又丰富多彩的学科前沿上, 结合国民经济需求提出新方向、新课题, 并亲自组织实施。

如前所述, 早在20世纪60年代, 他就在他所领导的矿床研究室组建实验地球化学组, 开展成矿作用模拟研究。

在“文革”中的20世纪70年代, 他就敏锐地注意到自然环境中的化学物质对生物体和人体健康的影响, 积极支持地化所年轻科研人员开展对地方病的研究, 提出这是自然科学领域中一个新生长点, 发展远景肯定是很开阔的, 在我国首次提出环境地球化学这一科学术语。

1978年初, 中央人民广播电台播放了涂光灿关于地球化学学科的讲话录音(涂勤, 2010)。

20世纪80年代初, 涂先生建议中国科学院兰州地质所组织力量从事煤成气研究, 以此带动了该所在生物、气体地球化学领域的快速发展, 并在他的关怀下成长为中国科学院兰州地质研究所气体地球化学开放实验室, 后晋升为国家重点实验室, 涂先生任实验室学术委员会主任。

“地球化学走向何方?”是20世纪80年代末国际上非常引人注目的问题, 1991年6月涂先生撰写了“地球化学走向何方?”的论文, 指出氢、氧、硫和铅等稳定同位素在解释成矿流体和成矿物质来源上存在的问题, 以及贵金属地球化学、矿源层及地球化学服务对象等问题。1995年, 在庆祝核工业北京地质研究院建院35周年的大会上, 75岁的涂先生做了“地学走向何方”的报告。他指出: “在我国地学研究中, 单学科的深入研究做得比较好, 但是多学科的综合研究, 特别是跨大的学科的研究还不足。”他列举

了国外多学科综合研究的成功实例, 期望我国地学研究者注意借鉴。

涂先生非常关注岩石地球化学研究中的新发现, 1981年的8—9月, 笔者随涂先生到澳大利亚考察花岗岩类及有色金属矿床, 会上White教授详细介绍了澳大利亚学者Loiselle和Wones(1979)提出的A型花岗岩, 这是一种富碱、无水和非造山形成的一类花岗岩。回国后, 涂先生做了考察总结, 并首次在国内详细介绍了A型花岗岩的概念及岩石地球化学特点。1982年在南京召开的国际花岗岩学术讨论会上, 涂先生根据华南花岗岩的实践和国外有关A型花岗岩的讨论, 提出了富碱侵入岩的概念: 包括成因和时空分布密切联系的富碱的硅不饱和、饱和及过饱和的侵入岩, 即碱性岩和碱性花岗岩两部分, 指出华南存在两条富碱侵入岩带——闽浙沿海带(以碱性花岗岩为主)和哀牢山-金沙江带(以碱性岩为主), 并论证了这两条带的岩石地球化学特征, 讨论了它们形成的地球动力学背景。涂先生指出: “过去这些岩类常被认为在成因上是无联系的”, 但他根据在新疆北部九条富碱侵入岩带的进一步工作, 论证了富碱侵入岩带在产出地质背景、形成机制等方面十分近似, 在中亚造山带地质发育演化上的重要意义并不亚于蛇绿岩带。

1986年, 涂先生提出了Hg-Sb、Pb-Zn、W-Sn、Nb-Ta和Cr-Ni等成对元素的成矿问题, 这些成对元素的地球化学性质相似而密切共生, 但实际情况是这些成对元素中只有一种具工业价值, 另一种只是共生而无回收意义, 但只有Pb、Zn在一个矿床中常都具有工业价值。人们往往强调Nb、Ta、Hg、Sb等成对元素在周期表中的相似地位, 如离子半径、负电性等类似。但只注意微观因素是不够的, 还要注意一些宏观因素, 而这些宏观因素常常没有引起地球化学工作者的足够重视。涂先生以国内外实例说明宏观因素对成对元素成矿的控制作用, 如Hg-Sb在我国秦岭、天山南麓和俄罗斯-天山南带组成的全球性第三条汞锑矿带。从这个大的矿带来看, 某些矿床, 如公馆, Hg-Sb确实是密切共生的, 并都具有工业意义; 但在环太平洋带和地中海带, Hg-Sb同具工业意义的则少见, 例如万山汞

矿床, 虽然也含有几十或几百ppm的Sb, 锡矿山锑矿也含几十ppm的Hg, 但并不成矿。所以, 从成矿带来考虑, Hg、Sb是密切共生的, 从具体矿床来考虑, 它们并不是共生的, 而是分离的。涂先生从Hg、Sb地球化学性质、矿源层角度分析了造成Hg、Sb分离的原因。他还从矿床类型及元素地球化学角度剖析了Pb、Zn共生和分离的原因。他强调: “应注意成对元素分离的可能性, 而这些元素的分离从经济上考虑是必要的。我们需要研究地球化学、同位素、微量元素、包裹体等问题, 但也要注意研究宏观因素, 如不同类型的花岗岩、岩体侵入的介质、矿床的源岩等。在注意微观研究的同时, 不能忽略宏观的地质研究”。“关注元素成对问题, 应人手一份化学元素周期表, 对自然界矿产元素共生现象进行深入研究, 深刻认识成矿全过程, 克服片面性, 发现其规律, 这对丰富成矿理论, 对探矿、找矿均有重要意义。”

1996年在讨论CO₂的问题中, 涂先生指出从地球内部向大气和水圈可排放CO₂, 下地壳和地幔岩中的流体是富CO₂的。H₂O和CO₂在成矿过程与之后的演化中均发挥了重要作用, 与金和铀成矿有密切关系的CO₂可能主要来自深部。2006年12月, 涂先生最后一次参加全国矿床学大会, 他的大会报告是CO₂成矿问题, 他提出了CO₂与金、铀成矿问题, 在他最后病重住院的病榻旁, 仍放着多份CO₂与成矿有关的文献资料, 这项未完成的研究成为了他生命中的一件憾事。

1997年涂先生提出了暴发性成矿的问题。暴发性成矿特指某一元素或物质在一定地质事件之前几乎不成矿, 而在此后突然成矿, 而且常形成超大型矿床这一种特殊成矿作用。Pb和稀土元素在中元古代突发性的和猛烈的大规模成矿作用, 便是暴发性成矿的一个最佳实例。中元古代形成的稀土元素矿床占了全球一半以上的份额, 而在这一时期形成的Pb(和Zn)矿床, 则构成了中元古代和古生代这两个成矿高峰的前者。在中元古代, Pb主要形成海底喷流沉积型(SEDEX)矿床, 而稀土元素则主要形成碳酸岩型矿床和稀土铁建造。但Pb和稀土元素的成矿作用基本不共生。涂先生

在中国矿物岩石地球化学学会地幔矿物岩石地球化学专业委员会举办的“壳幔相互作用与岩石圈演化学术讨论会”上做了有关Pb和稀土元素在中元古代突发性大规模成矿作用的大会报告,报告以我国白云鄂博为例,他用“不鸣则已,一鸣惊人”来形容这种特殊的大规模成矿作用。暴发性成矿是地球演化史中成矿作用的“时控性”和突发性的独特实例,对此,在国家攀登计划第二期研究中,我们对暴发成矿设立了专题研究。

早在20世纪80年代,涂先生就提出了中国西南部大面积低温热液成矿域的概念,并探讨了其形成机制和地质背景。为了扭转长期以来人们对低温(低于200℃)领域的成岩成矿、地质作用及环境问题等未受到足够重视的事实,他于1991—1997年组织和领导了“低温地球化学”的国家自然科学基金重点项目,系统开展中国低温金、银成矿作用、低温水-岩石作用、退变质作用、低温吸附实验等方面研究,取得了重大进展,研究成果荣获中国科学院1998年自然科学奖一等奖。

针对国际地球化学界,特别是以前苏联著名地球化学家维尔纳茨基为代表提出的分散元素在自然界找不到它们的独立矿物的传统认识,涂先生根据长期的野外与实验实践,认为分散元素具有新的资源优势。1994年,他发表了“分散元素可以形成独立矿床——一个有待开拓深化的新矿产领域”一文,文章指出:“若干传统观念需要更新,如认为分散元素很难形成独立矿物,就更说不上形成独立矿床了。看来,在一定条件下,分散元素矿物可以形成工业堆积。另外,非矿物形成的富集成矿,也是应当考虑的。”涂先生认为,这是找矿和成矿理论的重要课题,他及时组织了两个地化所的力量,多次进行酝酿、论证,国家自然科学基金委对涂先生的这一创新建议给予了大力支持,由两个地化所主持开展了分散元素成矿机制研究,建立了分散元素矿床的分类、成矿专属性、找矿等理论体系。与低温地球化学研究相结合,两项研究汇总为“分散元素矿床和低温矿床成矿作用”成果,于2005年荣获国家自然科学奖二等奖。

20世纪90年代初国际上新发现了埃

达克岩——adakite,这是一种由俯冲的年轻且热的洋壳在榴辉岩相条件下形成的一类具特殊地球化学特征的中酸性火成岩。这类岩石不仅具有重要的地球动力学意义,而且密切与成矿,特别是斑岩铜矿有关,因此受到广泛关注。广州地化所一批年轻的科研人员在新疆西天山、阿尔泰和长江中下游相继发现了这类岩石,并陆续开展了较系统的岩石地球化学研究工作。随着研究的深入,国内对埃达克岩的认识出现了一些分歧,涂先生非常关注这项研究工作,他每次到广州地化所都专门安排时间听取从事埃达克岩研究的课题组汇报,共同讨论存在问题,他特别指出不要将概念扩大化,还应开展成岩模拟实验。涂先生的关心和指导使课题组始终把握正确的研究方向,工作不断深入,在该领域取得了高水平研究成果,在国内外产生了重要影响,研究成果获得广东省科学技术奖一等奖。

(未完待续)

主要参考文献:

- 安芷生. 2010. 历史的见证. 见: 徐冠华, 主编. 从热血青年到地学大师——纪念涂光炽院士九十诞辰文集. 北京: 科学出版社, 44-47
- 陈鸣, 肖万生, 谢先德, 谭大勇, 曹裕波. 2009. 岫岩陨石撞击坑的证实. 科学通报, 54(22): 3507-3511
- 陈鸣, 谢先德, 谭大勇. 2020. 依兰陨石坑——我国东北部一个新发现的撞击构造. 科学通报, 10: 948-954
- 傅家谟. 2010. 涂先生的亲切关怀与支持促进了我所有地球化学学科不断发展. 见: 徐冠华, 主编. 从热血青年到地学大师——纪念涂光炽院士九十诞辰文集. 北京: 科学出版社, 39-41
- 陈岳龙, 杨忠芳. 2017. 环境地球化学. 北京: 地质出版社
- 洪业汤. 1999. 春江花暖鸭先知——记涂光炽教授为发展环境科学所做的重大贡献. 见: 中国科学院地球化学研究所. 资源环境与可持续发展. 北京: 科学出版社, 24-26
- 李曙光. 2022. 攀登者——李曙光院士地球化学之路60年. 腾讯会议号: 352100690
- 刘东生. 1990. 挚友和同志. 见: 中国矿物岩石地球化学学会, 中国科学院地球化学研究所, 编. 开拓. 创新. 奋进——庆贺涂光炽教授从事地学工作五十周年. 重庆: 中国科学技术文献出版社重庆分社, 2
- 卢焕章. 2023. 忆涂光炽院士(二): 涂先生的地

化所发展规划和人才培养计划. 矿物岩石地球化学通报, 42(2): 420-426

欧阳自远. 1990. 我国陨石学与天体化学研究的引路人. 见: 中国矿物岩石地球化学学会, 中国科学院地球化学研究所, 编. 开拓. 创新. 奋进——庆贺涂光炽教授从事地学工作五十周年. 重庆: 中国科学技术文献出版社重庆分社, 15-18

沈承德. 2010. 纸上得来终觉浅, 绝知此事须躬行——缅怀涂光炽先生的教诲和鞭策. 见: 徐冠华, 主编. 从热血青年到地学大师——纪念涂光炽院士九十诞辰文集. 北京: 科学出版社, 317-319

涂光炽. 1973. 七十年代自然科学领域中一个新生增长点——环境科学. 见: 环境地质与健康, 中国科学院地球化学研究所, 编. 北京: 科学出版社, 1-3

涂光炽, 刘义茂, 赵振华. 1982. 澳大利亚花岗岩类及有色金属矿床考察纪要. 地质地球化学, 4: 54-61

涂光炽, 等. 1984. 地球化学. 上海: 上海科学技术出版社, 1-13

涂光炽, 张玉泉, 赵振华. 1984. 华南两个富碱侵入岩带的初步研究. 见: 徐克勤, 涂光炽, 主编. 花岗岩地质和成矿关系. 南京: 江苏科学技术出版社, 21-37

涂光炽. 1986. 几个成对元素的成矿问题. 矿物岩石地球化学通讯, 3: 112-116

涂光炽. 1988. 低温地球化学. 地球系统科学. 北京: 中国科学技术出版社, 618-620

涂光炽. 1989. 关于富碱侵入岩带. 矿产与地质, 3: 1-4

涂光炽. 1991. 地球化学走向何方? 南京大学学报(地球科学), 3: 203-209

涂光炽. 1993. 新疆北部地质演化与成岩成矿作用的若干特点. 见: 涂光炽, 主编. 新疆北部固体地球科学新进展. 北京: 科学出版社, 3-8

涂光炽. 1994. 在更广阔的时空背景上发展环境地球化学. 见: 中国科学院地球化学研究所环境地球化学国家重点实验室特辑(1988—1994). 北京: 环境科学出版社, 6-7

涂光炽. 1994. 分散元素可以形成独立矿床——一个有待开拓深化的新矿产领域. 见: 中国矿物岩石地球化学学会, 编. 中国矿物岩石地球化学新进展. 兰州: 兰州大学出版社, 234

涂光炽. 1995. 地学走向何方? 铀矿地质, 11(6): 321-326

涂光炽. 1996. 关于CO₂若干问题的讨论. 地学前缘, 3: 53-62

涂光炽. 1997. 九十年代固体地球科学及超大型矿床研究若干进展. 矿物学报, 17(4): 357-363

涂光炽. 2003. 成矿与找矿. 石家庄: 河北教育出

- 版社: 1-8
- 涂光炽, 等. 2003. 分散元素地球化学及成矿机制. 北京: 地质出版社
- 叶大年, 欧阳自远, 周新华. 2015. 侯德封奖的由来与回顾. 矿物岩石地球化学通报, 34(2): 223-226
- 于津生. 1990. 矿石铅同位素地球化学研究的开拓者. 见: 中国矿物岩石地球化学学会, 中国科学院地球化学研究所, 编. 开拓·创新·奋进——庆贺涂光炽教授从事地学工作五十周年. 重庆: 中国科学技术文献出版社重庆分社, 28-29
- 于津生. 2010. 涂光炽院士——我国矿产同位素地球化学研究的奠基人. 见: 徐冠华, 主编. 从热血青年到地学大师——纪念涂光炽院士九十诞辰文集. 北京: 科学出版社, 89-93
- 万国江. 2010. 回眸环境质量地球化学前期研究——纪念涂光炽先生九十华诞. 地学前缘, 17(2): 404-416
- 赵斌. 2010. 涂光炽院士的探索求新和潜心钻研的科学精神鼓励着我. 见: 徐冠华, 主编. 从热血青年到地学大师——纪念涂光炽院士九十诞辰文集. 北京: 科学出版社, 374-375
- 赵振华, 涂光炽. 2003. 中国超大型矿床研究(II). 北京: 科学出版社, 97-153
- 赵振华. 2010. 高山仰止, 师表永存. 见: 徐冠华, 主编. 从热血青年到地学大师——纪念涂光炽院士九十诞辰文集. 北京: 科学出版社, 165-168
- 中国科学院地球化学研究所, 编. 1999. 资源环境与可持续发展. 北京: 科学出版社
- 中国科学院地球化学研究所, 中国科学院广州地球化学研究所, 编. 2006. 艰苦创业铸就辉煌. 北京: 科学出版社, 3, 16, 154-161
- 朱炳泉. 2010. 一个闪光学术思想的诞生及其对同位素地球化学研究的重要影响. 见: 徐冠华, 主编. 从热血青年到地学大师——纪念涂光炽院士九十诞辰文集. 北京: 科学出版社, 124-125
- Tu G C. 1950. A preliminary study of the phase transitions in the system TiO_2 . 原载于清华大学科学报告, 第三种, 2(1): 72-82
- Tu G C, Zhao Z H, Qiu Y Z. 1985. Evolution of Precambrian REE mineralization. Precambrian Research, 27: 131-15

(本文责任编辑: 刘莉)

·招聘信息·

【编者的话】为丰富本刊信息量,体现学会为广大会员和科技工作者服务的宗旨,本刊特设“招聘信息”栏目。该栏目将辑近期国内主要地学科研单位、高校人才需求的有关信息,方便广大会员和有流动需求的科技工作者查询。同时欢迎我会会员和广大科技人员为本刊提供信息。

博士后招聘信息:

1. 中国地质大学(北京)2024年度招收博士后公告(第二批)启事,详情请参阅:
<https://bm.cugb.edu.cn/rscnew/c/2024-05-31/804949.shtml>
2. 中国科学院地质与地球物理研究所2024年博士后招聘启事。详见:
<http://www.igg.cas.cn/rcjy/bsh/bshzp/>
3. 中南大学2024年招聘科研博士后启事,详情请参阅:
<https://bsh.csu.edu.cn/zpxx/zpxx.htm>
4. 中国科学院广州地球化学研究所2024年诚聘博士后启事,详情请参阅:
http://www.gig.ac.cn/yjdw/rczp/202401/t20240119_6959584.html

教学/科研岗位招聘信息:

1. 南京大学国际地球系统科学研究所2024年度准聘长聘岗位招聘公告启事,详情请联系:
<https://rczp.nju.edu.cn/zrjs/zrjsgwlb/20240423/i264586.html>
2. 2024年中国科学院地球化学研究所岗位聘用人才招聘启事,详情请联系:
https://www.gyg.ac.cn/rczp_2021/202310/t20231025_6908094.html
3. 2024年中国科学院地球环境研究所现代环境研究室招聘启事,详情请参阅:
http://ieexa.cas.cn/kdw/rczp/202405/t20240510_7157329.html

(杨志军 辑)