

DOI:10.12017/dzjx.2018.066

# 孙枢先生与中亚成矿域大数据研究\*

肖文交<sup>1,2</sup>

(1. 中国科学院新疆生态与地理研究所新疆矿产资源研究中心 乌鲁木齐 830011; 2. 中国科学院

地质与地球物理研究所岩石圈演化国家重点实验室 北京 100029)

孙枢院士是我国著名的沉积地质学家,任中国科学院院士、第三世界科学院院士、国际欧亚科学院院士、太平洋科学协会终身会员、伦敦地质学会荣誉会员;曾任中国科学院地质研究所所长、中国科学院资环局局长、国家自然科学基金委员会副主任、中国科学院地学部主任、教育部长江学者聘任顾问组成员、《中国科学》副主编、《地质学报》副主编、《Journal of Asian Earth Sciences》编委、太平洋科学协会地球科学委员会主席、国际地科联全球沉积地质计划委员会委员、大洋钻探计划中国专家委员会(ODP-China)主任等职;曾任中国地质学会副理事长、中国石油学会副理事长、中国矿物岩石地球化学学会副理事长等职,获国家自然科学基金二等奖和何梁何利科学技术进步奖等。孙先生发表科技论文280余篇,撰写科技报告20余份,主编文集8部,出版专著4册。

作为中国沉积学主要奠基人和重要推动者之一,孙先生学术成就还包括中国磷块岩、沉积大地构造、综合野外地质考察、资源与环境、地球科学前沿战略和大数据与数字地球等。孙枢先生是中国科学大数据和数字地球的倡导者,在《地质科学》出版本专题纪念孙先生,笔者深感对推动我国地球科学,乃至所有学科的大数据分析具有重要意义。笔者作为孙先生的学生,愿意借此机会回顾孙先生推动与支持中亚成矿域大数据研究等经历,以纪念孙先生对大数据的倡导与推动所付出的努力与贡献。

## 1 设立数据库预测专题

孙枢院士长期支持新疆与邻区构造演化与成矿问题研究,与涂光炽先生、肖序常先生等一起,长期引领国家305项目和973项目中亚造山与成矿领域的学术研究。

孙先生是国家305项目发起者、组织者和领导者,“七五”、“八五”期间,他担任国家305项目项目委员会和专家委员会成员,任基础地质组专家组长;“九五”期间,他担任国家305项目专家委员会副主任;“十五”期间,他担任国家305项目专家委员会主任;“十一五”和“十二五”期间,与陈毓川院士共同担任国家305项目专家委员会主任。在专题设置过程中,孙先生鼓励设立矿产资源数据库的任务或者专题。1997年国家“九五”科技攻关计划305项目设立专题,开始系统收集整理了中亚5国及俄罗

\* 肖文交,男,1967年12月生,博士,研究员,构造地质学专业。E-mail: wj-xiao@mail.iggcas.ac.cn

2018-07-10收稿,2018-08-16改回。

斯、非洲等国的基础地质矿产等数据。

国家科技部设立973项目伊始,孙先生就和时任305项目办公室主任马映军研究员商议,着手准备中亚973项目立项建议与申请事宜。孙先生指导了《中国西部中亚型造山与成矿》和《中亚造山带大陆动力学过程与成矿作用》两轮973项目的申请和组织实施,担任第二轮973项目《中亚造山带大陆动力学过程与成矿作用》专家组成员,亲自参加指导了项目的初评、复评和综合评审。在两轮973项目实施过程中,均设立了矿产资源数据库与矿产评价预测课题,为中亚成矿域大数据分析打下了良好的基础。

## 2 长期关心数据库建设

在国家305项目和973项目实施过程中,曾担任过中亚矿产资源数据库建设与预测课题负责人的新疆大学张晓帆副校长,多次向孙先生汇报数据库建设与矿产预测研究成果,并向孙先生赠送由大数据平台完成的中亚成矿域构造与成矿作用巨幅图件。

2011年中国科学院组织部署成立了“中国科学院新疆矿产资源研究中心”,孙先生任学术委员会主任。新疆矿产资源研究中心以新疆生态与地理研究所为依托单位、地质与地球物理所为共建单位。在孙先生的关心与支持下,新疆矿产资源研究中心的建设目标定为:面向国家资源需求目标和国民经济建设主战场,以资源勘查和工程建设中重大战略性问题为重点,深入开展固体矿产和能源矿产的形成机理、分布规律研究,复杂条件下资源的勘查、探测和开发工程新方法、新技术研究,研究利用计算机技术和GIS技术对地质、矿产、地球物理、地球化学等多元数据进行集成,构建地质时空大数据库,开发地质矿产信息智能匹配识别技术,开展大数据自动判别成矿预测研究。

在孙先生的指导和支持下,新疆矿产资源研究中心在收集整理了中亚5国及俄罗斯、非洲等国的基础地质矿产等数据基础上,编制了地质矿产信息跨国数据制作流程和规范,建立了国内外数据最全面、信息量最大的中亚地质时空大数据库,数据量达14 TB,图件达16 834幅,包括新疆、中亚5国及俄罗斯、非洲各国等地质矿产图、航磁数据、重磁数据、地球化学数据、地质遥感解译数据和地磁等数据,以及各类专题地质构造与矿产资源图件。

在孙先生的大数据分析精神指引下,新疆矿产资源研究中心数据库建设稳步发展,逐步获得了国内数学地质界的认可。2013年10月11日至13日新疆矿产资源中心在乌鲁木齐成功地承办了第十二届全国数学地质地学信息学术研讨会,会议由中国地质学会数学地质和地学信息专业委员会、国家自然科学基金委员会地球科学部、中国地质大学(武汉)国土部资源定量评价与信息工程重点实验室联合主办,为数学地质和地学信息相关领域的专家、学者提供了一个广泛、深入交流的平台,对数学地质的发展起到了良好的推进作用。

国内许多主要数据库平台多次寻求数据库合作,团队多次参加国内重要的学术会议并作学术报告。2018年5月23~25日,我与团队成员应邀参加在杭州召开、由浙江大学主办的全国“大数据时代:地质学的挑战与机遇”学术研讨会,新疆矿产资源中心副主任周可法研究员应邀做“地质大数据智能化建设及信息匹配技术”学术报告。

### 3 支持大数据国际合作

孙先生一直主张，大数据必然走国际合作的道路。在孙先生鼓励和支持下，我们联合英国伦敦自然历史博物馆俄罗斯和中欧亚矿物研究中心(CERCAMS)主任 Reimar Seltmann 博士开展合作研究。该中心是针对前苏联及其欧亚中部邻近地区(包括中国和蒙古)地球动力学和成矿作用研究中心，具有相对完善的欧亚中部邻近地区岩石—构造—成矿大数据系统。Seltmann 博士多次访问新疆矿产资源研究中心，并提供全部资助邀请我们访问英国伦敦自然历史博物馆俄罗斯和中欧亚矿物研究中心，虽然我当时由于时间安排冲突没能成行，但我们之间建立了良好的合作关系，我也应邀担任 IGCP592 共同主席，2016年10月我们共同在英国伦敦自然历史博物馆召开了 IGCP592 学术研讨会。

除了和伦敦自然历史博物馆合作外，孙先生还鼓励我们和澳大利亚地调局合作。2009年春，在南京和孙先生开完 305 项目会议后，我就赴澳大利亚新南威尔土地调局参加学习拉克兰造山带构造与矿产资源大数据填图成果，并在澳大利亚新南威尔土地调局高级地质学家 Richard Glen 博士及其助手 Cameron D. Quinn 博士陪同下，野外实地考察拉克兰造山带构造演化与岛弧成矿背景。

孙先生一直强调大数据在全球构造古地理重建中的重要意义，多次和我谈起建立类似全球古地理重建的重要性。在孙先生的鼓励下，我积极参加了澳大利亚科廷大学李正祥教授领导的 IGCP 648 的全球数据库建设工作，并荣任 IGCP 648 的全球数据库建设中国工作组的负责人之一。通过参与 IGCP 648 的全球数据库建设工作，我深刻地认识到，大数据时代的到来对地学界是个难得的机遇，但挑战是我们必须首先整合零散分布且格式各异的各种地学数据及现象观察。IGCP 648 的全球数据库建设，恰恰提供了这样一个平台，让中国地学有望走在大数据时代的前列。

由于中亚成矿域地域广袤，孙先生也多次和我谈起前苏联中亚国家资料的重要性。在孙先生的鼓励下，我们团队多次到哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、塔吉克斯坦野外考察地质构造与矿产资源，对方的科研人员多次来访，为我们提供详细的地质构造和矿产资源数据，为中亚成矿域大数据积累了大量数据和研究成果。

### 4 重视大数据研究攻关

孙先生一直强调大数据分析在地球科学研究过程的重要作用，即使是就传统的以观测为主的基础地质研究而言，大数据分析也是至关重要。在孙先生指导下，我们团队坚持以大数据分析为基础，在中亚成矿域构造演化与成矿背景等方面取得了可喜的成绩。根据古地理和古地磁数据，建立中亚成矿域西伯利亚—图瓦—蒙古、哈萨克斯坦、塔里木—华北三足鼎立的构造演化及其多重拼贴格局；依据航磁异常及古地磁等大数据，重新厘定哈萨克斯坦—准噶尔山弯构造的形成时限；应用构造解析，结合地球物理等数据分析，解剖中亚造山带增生结构演化与成矿背景，发表了一批有重要影响的学术论文，多次在国际国内会议应邀做学术报告，获国家自然科学基金二等奖。

同时，我们团队积极开展大数据分析，完善数据库建设，构建地质时空大数据库，

开发地质矿产信息智能匹配识别技术,形成了中亚地质矿产信息网络共享的新模式,建立了基于地质时空大数据的预测评价技术系统,实现了示矿信息智能识别和预测方法自动判别,在西准噶尔、东天山等地持续开展技术方法应用与矿产资源预测,开展大数据自动判别成矿预测研究,圈定了多个成矿靶区,获新疆自治区科技进步一等奖。

2017年我们申请国家重点研发计划深地项目时,孙先生已经重病在身,但他仍然坚持听取了我关于项目申请设计的汇报,并鼓励我们以高强度的地球物理探测数据为基础,来攻克中亚成矿域重要矿集区的深部结构与末端成矿效应。我们项目获批后,孙先生担任我们深地项目的学术委员会主任,并从医院来到会议室,带病坚持参加了我们深地项目的开题论证学术研讨会。

## 5 结 语

正如中国科学院地理与资源科学研究所刘闯老师与地质与地球物理研究所张旗老师等所指出的那样,孙先生是我国大数据的重要倡导者。传统的地球科学正在发生从简单观测科学为主向大数据科学为主的转变,大数据分析势在必行。

孙先生早就指出,地球科学的科技活动产生地球数据,地球数据又是形成地球科学假说、模式和理论的根据。同时,人类的经济活动、社会活动和军事活动等,越来越多地需要数据共享。孙枢先生从地球科学发展战略的角度,分析了“数字地球”所面临的挑战,论述了发展“中国数字地球”的必要性和可能性,提出了发展“中国数字地球”的战略措施。孙枢先生等介绍了对“数字地球”的不同学术理解和当前国内外数字地球发展重点领域,同时展望了“数字地球”在全球变化研究中的应用前景。

中亚成矿域地域广袤,蕴含世界级超大型矿床。然而,该地区崇山峻岭,覆盖严重,特色鲜明,位于一带一路桥头堡等关键位置。因此,大数据研究是必经之路。矿产资源预测面对庞大的时空范围和复杂的地质结构,其数据具有显著的多源、多类、多维、多量、多尺度、多时态和多主题特征。随着大数据时代的到来以及地质信息科技的进步,我们可以更加广泛、更加全面地利用多年来所积累的海量地质时空数据,研究开发地质时空大数据挖掘技术,探索直接基于地质时空大数据的无模型矿产资源预测新方法,实现成矿条件和成矿规律的新知识发现,可弥补现有各种矿产预测方法的不足。在此基础上,结合矿产资源评价、预测等需求,采用云计算、物联网、数据仓库、GIS等技术进行数据集成与应用,可为地质矿产方面的研究和勘查开发工作提供强有力的信息支撑和资源支持,地质时空大数据的挖掘和预测与云计算和服务相结合,对满足我国金属矿产资源预测的需要都具有重要的意义。

我们缅怀孙先生关于大数据战略、关怀与支持中亚成矿域大数据研究的经历,对中亚成矿域的研究以及国家矿产资源接续基地建设具有重要的意义,也使我们深刻感受到孙先生关于大数据研究的独特情怀与高瞻远瞩。我们将继承孙先生遗志,积极投身于中亚成矿域大数据研究事业,为国家一带一路战略建设做出我们应有的贡献。