

# 庆祝陈毓川院士从事地质工作 70 周年纪念专辑

## (前言)

陈毓川先生是著名矿床学家,原地质矿产部总工程师,中国地质科学院院长,中国工程院能源与矿业部主任,国际矿床成因协会副主席。他坚持国家利益至上,身体力行,率先垂范,将保障国家资源安全 and 经济安全为终生奋斗目标,取得一系列原创性、系统性辉煌成果;耄耋之年,仍心系国家地质事业发展,被誉为中国矿业界的一面旗帜。2024年12月7日是中国工程院院士陈毓川先生90华诞,《矿床地质》出专辑以资庆贺。

陈先生是我国矿产资源领域的战略科学家,为矿床学、地质找矿及矿产资源勘查开发管理工作兢兢业业,奋斗了70多年。早在2000年前后,他就在发展矿床成矿系列理论的基础上组织开展对全国大陆成矿体系、成矿谱系的研究,及时指导了危机矿山资源接替等专项工作,为2006年启动的“全国重要矿产潜力评价”及2012年启动的“中国矿产地质志”研编项目奠定了理论基础;更早在1980年,他倡议在中国地质学会之下成立矿床地质专业委员会、倡议编写《中国矿床》专著(中、英文)和创办《矿床地质》专业刊物,极大地促进了矿床学领域的学术交流与繁荣发展,避免了不同行业部门之间的隔阂与芥蒂,提升了全国矿床学研究的整体水平与实力;进而上溯到1960年前后,他在广西大厂锡多金属矿床的典型研究,为矿床学研究服务地质找矿乃至主动指导勘查工作的部署,尤其是为年轻人树立了扎扎实实做学问的典范……

本专辑开篇之作就是陈毓川先生亲自执笔的《秦祁昆成矿域主要金属矿床区域成矿谱系》,该文与他在30多年前提出的关于中国成矿区带划分思想与成矿谱系概念珠联璧合,彰显了作为矿床学大师驾驭时空、剖分经纬的能力,对指导我国在中央造山带及其周边地区取得多轮找矿行动的一系列突破具有深刻影响。比如,在2016年至2019年间,陈先生亲自带领团队多次到陕西镇安等地指导对钨矿、铍矿、金矿等的找矿工作;多次要求团队加强对西昆仑和阿尔金锂等稀有金属的找矿工作;多次强调秦祁昆成矿域具有中国特色,特别指出造山带与盆地过渡地带具有寻找阿尔泰造山带南缘与准噶尔盆地过渡带喀拉通克式铜镍硫化物矿床的前景。东昆仑造山带工作条件艰苦,但古特提斯演化及大规模金属成矿极具特色,在不同的演化阶段形成了不同的矿床成矿系列,构成了多旋回成矿谱系(丰成友等,2024)。柴达木盆地北缘稀有金属找矿近年来也取得重要进展(李兴辉等,2024),进一步证实了陈先生关于秦祁昆成矿域可以从古亚洲成矿域、特提斯-喜马拉雅成矿域中独立出来的远见卓识。

本专辑还收录了陈毓川先生指导下在矿物学、矿床学、区域成矿学、找矿勘查地质学等方面的论文。其中,《当代中国找矿勘查值得关注的问题与发展方向》(毛景文等,2024)一文,在强调矿产资源经济属性、技术属性、市场属性、现实可利用性和多组分合理利用的基础上,强调了新时代通过科技创新引领找矿突破的重要性,分析了找矿技术的研究现状和发展趋势,剖析了中国找矿勘查人才缺乏的内在因素,鼓励地质院校毕业生到找矿勘查一线去建功立业。

青藏高原是我国进入21世纪以来取得找矿突破性成果最多的区域,也是陈毓川先生跑野外历经风险的地方。无论是20世纪70年代与徐志刚等一起去藏东加多岭铁矿遭遇车祸翻入峡谷,还是90年代初冒险进入藏北美多锑矿因高原反应而被抢救下山,或是最近一次去冈底斯成矿带驱龙铜矿——连续2天爬到5400 m的高度,这些经历都感天动地,回忆起来莫不令人潸然泪下。如今的驱龙铜矿(称巨龙铜矿)已成为中国最大的斑岩型铜矿之一,《西藏斑岩-浅成低温热液-矽卡岩型矿床地质特征及找矿方向》(唐菊兴等,2024)对包括驱龙在内的西藏26个大型-超大型斑岩-矽卡岩-浅成低温热液型铜多金属矿床的地质特征进行了全面总结,指出未来西藏铜矿勘查增储的重点放在超大型矿床的深边部,重点是要攻克火山岩覆盖区浅成低温热液-斑岩型铜金矿勘查评价的难题。其中,甲玛超大型斑岩矿床成功实施的3000 m科学深钻,揭示了其成矿系统存在多级岩浆活动、多期次热液演化及基性岩浆持续补给,是铜多金属成矿的关键(林彬等,2024)。此外,

在西藏冈底斯成矿带西段朱诺矿集区也发现并评价了朱诺、北姆朗等一批矿产地,对应于晚白垩世矽卡岩型铜铅锌成矿系列、古新世—始新世热液脉型钼铅锌成矿系列及中新世斑岩-浅成低温热液铜钼金银成矿系列,构成了从燕山晚期到喜马拉雅多期次成矿谱系,并有望成为我国又一千万吨级铜钼(金)资源基地(郑有业等,2024)。青藏高原碰撞隆升与我国西北及中亚邻区砂岩型铀矿的成因联系,是近年来的研究的新方向。李子颖等(2024)认为青藏高原的碰撞隆升对砂岩铀矿的形成具有重要的制约作用,中亚地区受青藏高原隆升的远程效应,构造活动相对较弱,浅层的砂岩型铀矿应该作为勘探的重点,尤其是昆仑山前残留型砂岩型铀矿是下一步勘探的目标,天山周围地区深埋型砂岩型铀矿是下一步勘探的重点。四川盆地西南部沐川地区侏罗系沙溪庙组超常富集的铀矿(如铁山埂)则是赋存在砂岩中的特殊类型稀散元素矿床,具有铀品位高,资源量大的特点(赵云彪等,2024),也是一种产于硅质碎屑岩中与胶硫钼矿关系密切的新类型铀矿。毓川碳钇矿是在粤东北玉水铜矿中发现的一种含水碳酸盐重稀土矿物,已获得国际矿物学协会新矿物命名与分类专业委员会的批准,为定量分析其成分,姚薇等(2024)详细介绍了实验过程中的一些探索,希望为碳酸盐重稀土矿物的分析测试提供借鉴。

青藏高原及周边地区之所以能取得找矿突破的巨大成就,离不开陈毓川先生的精心指导,超前布局,身体力行。可以说,为了青藏高原的矿产事业,陈先生发扬了大无畏精神,抱着舍我其谁的献身精神,践行了一名老共产党员、老科学家不忘初心,牢记使命的英雄本色。2024年11月,西藏阿里革吉县芒拉地区新发现了厚度大、品位高的铜(金银)矿体,首孔见矿厚度达137 m,铜平均品位达0.46%(王楠等,2024),这一发现,不但将冈底斯成矿带向西延伸了近千公里,开辟了在中新世火山岩区寻找斑岩-浅成低温热液型铜金矿的新方向,更是陈先生成矿系列学术思想指引的具体体现。陈先生于2005年带领我们到西藏考察冈底斯成矿带时,不但要求在铜矿、金矿、铋矿、铬矿方面取得新突破,还提出了寻找大镍矿的思想,相信在不久的将来也会取得镍、铬、铂族元素等与基性超基性岩有关的关键金属矿产的找矿新突破。在疫情肆虐期间,陈先生得知四川大陆槽稀土矿床和牦牛坪稀土矿床取得新的找矿突破(赵芝等,2024),全然不顾年事已高和疫情风险,亲临现场指导找矿。2024年10月5日,得知牦牛坪矿床新增资源储量近500万t时,他感到非常欣慰。

陈毓川先生在20世纪60~70年代重点抓铁矿的研究与找矿,并以此方面的丰硕成果为基础建立了中国第一个区域成矿模式——玢岩铁矿成矿模式,至今仍然是典范,且一直被广泛应用,也仍然被老前辈们引以为傲。为此,作为陈先生的同辈人、老朋友,李四光奖获得者——王永基先生亲自撰写了《全球风化淋滤型赤铁矿床形成条件的讨论——以几内亚西芒杜赤铁矿床(I、II区块)为例》(王永基等,2024),从板块漂移穿过赤道和南、北回归线的新视角,对国内外富铁矿的成因机制成矿条件进行了重新研究,认为上亿年的热带环境和热带雨林生物及微生物的作用是脱硅的关键,赤铁矿的后期改造提高了矿石质量,而赤铁矿的大部分得以保存才形成了超大型赤铁矿床。

研编《中国矿产地质志》和建设“中国矿产资源博物馆”是陈毓川先生的两大心愿。王登红等(2024)较为全面地介绍了《中国矿产地质志》这一具有里程碑意义鸿篇巨制的研编历程、重要进展及其在找矿突破战略行动中的应用,并报道了根据矿床成矿系列理论及在“全位成矿-缺位找矿”思路指导下,在2024年11月内蒙古大兴安岭南段东坡莲花山这一铜银矿区外围发现钨锡等找矿新进展(陈郑辉等,2024),也进一步证实了在广东大宝山、江西枫林、长江中下游等地出现的硫化物型铜铅锌银成矿作用与氧化物型钨锡成矿作用叠加具有普遍意义的预见性。作为陈毓川先生身边长期工作的同辈同事和得力助手,徐志刚和朱明玉两位研究员几十年如一日,默默无闻地协助陈先生攻坚克难。无论是专业上的难题还是管理上的难题,他们都从不推脱,更不敷衍了事,增设新矿种一直是陈先生的心愿,因此,如何完善“矿产资源分类细目”这样的难题也只有他们在“努力”了十年之后才得以发表(徐志刚等,2024)。尽管新的《中华人民共和国矿产资源法》即将实施,但此文对于《中华人民共和国矿产资源法实施细则》的修订、对于矿产资源的高质量管理、对于能源资源安全的保障不无裨益,幸甚至哉,幸甚至哉!

中国地质科学院矿产资源研究所所长 王登红

2024年11月23日