



裴荣富

Pei Rongfu

裴荣富 矿床地质与矿产勘查学专家。1924年8月20日出生于河北省秦皇岛市,山东省聊城市人。1948年毕业于清华大学。中国地质科学院矿产资源研究所研究员。长期从事矿业工程勘查和成矿科学研究,在国内外主持五项重大矿产勘查工作,30余矿床地质勘探与矿山开采工程验证对比研究,提出“双控论”和“合成域”固体矿产勘查模型,为合理指导地质勘查工作做出科学论证。近15年专攻特大型矿床成矿背景和矿产资源远景评价研究,提出特大型矿床“成矿偏在性”、“异常成矿”、“等级体制成矿”等新概念。获国家和部级科技进步奖多项。1999年当选为中国工程院院士。

踏遍青山人未老 探矿寻宝乐融融

初出茅庐 苦练野外地质调查基本功

20世纪40年代,我目睹当时中国积贫积弱、内忧外患、民不聊生的旧社会,立志科学报国,选择探索地球奥秘、寻找地下宝藏为终身职业。

1948年8月,我以优异成绩获清华大学理学院地学系理学学士学位。1949年3月,北平宣告和平解放,我参加了华北人民政府北平地质调查所任实习技术员,先后随华北人民政府

留用的日本专家森田日子次在山西大同煤田开展区域地质调查工作,随南京原中央地质调查所高级专家宋叔和在辽宁青城子一带开展有色金属矿产普查评价工作,随野外地质最有经验的王曰伦地质大师在山西五台山一带开展区域地质和铁矿资源调查工作。我不遗余力地向这些专家学习,在短期内使我的地质调查工作能力得到很好的锻炼。

1952年,中央人民政府地质部成立,我主动请调地质部429地质队任地质技术员。在程裕淇的指导下开展大冶铁矿普查勘探工作,参与尖林山盲矿的发现,主持程潮铁矿勘查,发现了西延的新矿体,提交了满足矿山建设设计要求的《湖北大冶铁矿地质勘探报告》和《湖北大冶程潮铁矿地质勘探报告》,为武汉钢铁公司建设作出重要贡献。

1954年初,地质部为开展锦屏磷矿的普查勘探组建了304地质队,次年我被调该队任地质技术员,主持对该矿的初步勘探。作为主要执笔人提交了两份正式的地质勘探报告,以我在大冶苦练的基本功,很快发现和总结该矿产地的锰、磷矿层变质—变形规律,探明磷矿石储量达1800万吨,同时查明中元古界海州群含磷地层从锦屏至徐庄长达10公里范围内层序规律而稳定,为继续开展磷矿普查找矿、扩大海州式磷矿的矿石储量提供了重要的地质科学依据。

以上是我在名家指导下苦练基本功,积累了较丰富的野外地质工作经验,长期在生产第一线的扎实工作,为以后从事矿产资源勘查和研究工作奠定了坚实的基础。

主攻黑色金属矿

总结矿产资源合理勘查理论与综合勘查方法

1956年,我调任地质部地质矿产司黑色金属处工程师,负责全国黑色金属勘查技术管理,指导白云鄂博、攀枝花、海南岛、庞家堡、镜铁山

等铁矿和瓦房子锰矿、内蒙古铬铁矿按期完成地质普查勘探工作；1957年，调任地质部矿物原料研究所主任工程师，领导综合地质勘查方法研究室，直至1972年参加援外。

在此期间，我在全国率先探索综合地质技术方法获取多方面的信息与标志，使其相互补充与相互验证；以期经济合理地发现和科学有效地发现、认识和评价矿床。据此，我曾赴瑞典、芬兰专门考察金属矿床地质及综合勘查方法，首开引进国外地质勘查先进技术与综合方法的先河。以我为首发表了《铁矿工业类型与矿床评价主要地质因素》、《论我国富铁矿已知重要类型的成矿地质特征》等论著，为国家全面建设社会主义时期加速全国铁矿勘查、满足矿山设计与建设需求作出重要贡献。我最早编制的《中国铁矿勘探规范》，首次应用数学地质方法完成的“湖北大冶铁矿合理勘探控制”研究报告，迄今对铁矿勘查仍然具有重要指导作用。

1979年，我领导由地质部综合地质大队等单位近30人组成的研究队伍，首次在全国完成10个矿种、30多个矿山的固体矿产地质勘探与矿山开采工程验证对比研究，获得了大量的第一手资料，为指导地质勘查工作、制定勘查法规提供了宝贵的地质数据，也为进一步探索矿产资源合理勘查理论奠定了实践基础。

我认为，矿床地质条件及其研究保证程度、矿床技术经济条件及可行性研究保证程度是决定矿产普查勘探与开发过程的阶段性的两个基本因素，称之为矿产勘查的“双控论”，这一论断改变了过去那种主要以地质研究程度作为阶段划分标志、地质研究程度与技术经济研究程度相互脱节的状况。另一方面，矿床地质条件及其研究保证程度、矿床技术经济条件及可行性研究保证程度应是在要求（任务）与可能（地质—技术经济条件）两者的辩证关系中达到合理平衡范围，即作为可供矿产勘查与开发决策

的“合理域”。据此建立了矿产资源普查勘探与开发程序与合理域以及风险投资决策支持系统的合理勘查理论模型，受到国家主管部门领导的肯定并被国内外广泛引证。

20世纪70年代以来，随着直接出露地表的易发现的矿床数量明显减少，隐伏矿床已逐步成为矿产勘查和开发的主要对象。在找矿难度日益增大的新形势下，我组织地质矿产部矿床地质研究所等28个科研、教学及生产单位的专家、学者编辑出版了《中国矿床模式》专著，在全国范围内划分出4大构造成矿域和27个成矿堆积环境，相应地建立了92个矿床模式，既见矿床模式之“木”，又见成矿环境之“林”。这是我国固体矿产地质勘查实践经验的总结和理论研究成果的大荟萃，集中反映了当时中国矿床学的最新进展。

经纬时空 发展金属成矿理论

时间和空间是运动着的成矿物质的存在方式。在地壳的一定空间区域和地质构造部位往往有规律地集中着某些金属矿床及其自然组合，称为金属省或金属成矿省。在金属成矿省内部，存在着什么样的内部结构与成矿规律，是成矿学的一项基本研究内容，也是人们长期关注的一个重要科学问题。

我认为，在金属成矿省的内部，存在着成矿地质背景、成矿构造聚敛场、金属成矿相和金属矿床四个从宏观到微观的不同层次、不同等级的成矿组成，它们随地质历史演化、按不同层次的耦合规律成矿。运用金属成矿省等级体制成矿概念有层次地研究矿床的空间分布特征及成矿演化规律，不仅可以提高区域的以及全球的成矿学研究水平，发展成矿学理论，而且对有序次地进行矿产合理勘查评价也具有重要的实用意义。

实际上，金属成矿省是随时间而不断演化的。我（1996, 2003）以华北地台北缘及其北侧金属成矿省为例，进行了大量的探索，在地质历

史演化早期海底喷流热事件与太古宙古陆核边缘的花岗—绿岩建造中铜锌金矿的形成,过氧事件(氧—大气变态)与硅铁建造中条带状磁铁矿的形成,高压高温变质事件与麻粒岩—片麻岩中石墨矿床的形成;元古宙克拉通增生期的缺氧事件(还原—大气变态)与碳酸盐岩—黑色岩系中铅锌硫矿及炭泥硅质碎屑岩中铁锰矿的形成,陆缘裂谷—深大断裂作用和镁铁质—超镁铁质及碱性岩浆活动与岩浆型钒钛磁铁矿矿床、铜镍硫化物矿床及碳酸岩型铁镍稀土矿床的形成;古生代洋缘沟—弧—盆构造体系和陆缘构造—岩浆链与块状硫化物型及斑岩型矿床的形成;中生代构造圈热侵蚀作用强烈,与重熔—同熔花岗岩有关的金、铜、钼、铅、锌等矿床十分发育。一个矿床从成岩到成矿、从成矿初期到成矿终结,需要经过成矿先兆或成矿基预→初始成矿→成矿高潮→成矿尾声,有时还会出现滞后成矿等多期多阶段的成矿过程。这一全过程需要时间演化并形成时间跨度。成矿跨度演化的时间越长,越有利于成矿物质的大规模、超巨量堆积。显然,成矿演化是一切成矿因素的函数,时间维造就空间维,这一新概念和新思维是对矿床学一些旧有定式的突破,是对区域成矿学的新发展。

独辟蹊径 创立异常成矿学说

超大型矿床(或特大型矿床)仅占矿床总数的5%~30%,却提供了全球矿产资源量的50%~80%,对一个国家乃至全球经济和可持续发展的作用具有举足轻重的作用。

我在“八五”期间主持了地质矿产部重要基础研究项目“中国特大型矿床形成的地质背景和预测研究”,“九五”期间承担了国际地质对比计划IGCP-354项目(岩石圈超巨量金属工业堆积)和国家科技攀登计划所属课题“大型特大型矿床地质预测研究”,“十五”期间又负责中国地质调查局地质调查项目“1:2 500万世界大型超大型矿床成矿图编制及全球矿产成矿规律研

究与评价”。在大量探索中,我提出超大型矿床具有成矿偏在性并受控于异常成矿构造聚敛场。超大型矿床偏爱产在某一特定地质背景(环境)和它们现存的构造位置上,它们对成矿元素(矿种)、成矿类型、成矿时代、成矿背景等均具有十分明显的选择性,而异常成矿构造聚敛场则表现为一定成矿地质构造背景上发生的成矿环境突变、使成矿流体流在开放体系的非平衡态物化条件下骤然变为相对平衡态并释放出大量能量,促使成矿物质的巨量堆积。

异常成矿学说的基本内容可以概括为:(1)异常成矿作用是常规成矿作用(过程)发生“引潮共振”而爆发异常、促使成矿物质超巨量堆积的特殊地质作用(过程);(2)异常成矿作用在特定空间及时间中导致多种有利控矿因素的异常汇聚,形成异常成矿构造聚敛场(成矿场准备)和超大型矿床(成矿物质实体);(3)异常成矿作用的发生与全球性重大异常地质事件有关,如太古宙氧大气变态(过氧事件)、元古宙还原大气变态(缺氧事件)和显生宙构造圈热侵蚀(大规模构造岩浆事件)等;(4)深部构造作用(过程)是成矿“引擎”,表壳控矿构造(体系)是成矿“温床”,深部构造作用激发表壳构造的耦合成矿是爆发异常成矿作用的关键;(5)根据矿集区及矿汇中矿产储量(资源量)相对丰度(Relative Abundance of Ore Reserve, RAOR)及其与成矿时限(Forming Time Interval, FTI)的相关关系,可以判断和探究导致在短时限内发生超巨量成矿物质堆积的异常成矿作用的强度与内在原因(基因)。

放眼全球 走向国际地质科学舞台

地球科学是一门全球性的学问,只有全球科学家密切合作和共同努力,才能逐步解决全人类赖以生存所必需的能源与资源问题以及重大地球科学问题。20世纪60年代中期参加中国援助巴基斯坦铁矿勘查与钢铁工业建设工作和受国家地质部派遣赴瑞典、芬兰专门考察金

属矿床地质及综合勘查方法的经历,使我从年轻的时候起就对开展国际合作与交流的重要性有非常深刻的认识与体会。

20世纪70年代初,我任地质部援助苏丹铬矿勘查地质队总工程师。我带领500多人组成的队伍在远离故土的异国他乡进行5年的地质勘查工作,在系统完成区域地质调查和深化认识东非裂谷北段多期活化特征和超基性岩岩相变化控矿规律的基础上,发现12个新的具有工业利用价值的铬矿体,探明70余万吨铬矿石工业储量,为促进苏丹矿业开发事业作出了重要贡献。两年后,我再次受聘于苏丹能源矿产部,任科学技术顾问,负责红海山区铁矿勘查评价,发现该矿为海底喷流沉积新类型矿床,探明1530万吨富铁矿,可经苏丹港出口创收,为发展苏丹矿业经济立了大功,获得苏丹能源矿产部锦旗表彰。

1989年,我与程裕淇等一起赴美国首都华盛顿参加第28届国际地质大会,这是我正式走向国际地质科学舞台的开始。我在这次大会上提出的“从地质历史演化研究成矿”被列为专题进行广泛讨论,在日本召开的第29届国际地质大会(1992)上,我和日本地质学家渡边询共同主持了“金属成矿省地质历史演化”专题讨论,在中国北京召开的第30届国际地质大会(1996)上,由我主持“金属成矿省演化和成矿年代学”专题讨论会,并以我提出的“金属成矿省等级体制成矿与演化”为主题。

1990年,我当选为国际矿床成因协会第八届理事会副主席,1994年当选为第九届理事会主席并在北京成功地主持召开了第九届IAGOD国际科学讨论会,也为两年后在我国成功举办第30届国际地质大会很好地奠基。2000年,我被邀请作为巴西召开的32届国际地质大会“大型铁矿成因讨论”主持人,发表了“正常成矿受氧大气变态激发异常成矿”论点,引起国际关注,2004年,我再次被邀为意大利召开的第32届国际地质大会期间主持“大一超

大型矿床成矿”讨论会,发表“超大型矿床成矿偏在性和异常成矿聚敛场控矿”学术思维,引起了广泛影响。国际矿床成因协会为表彰我对国际矿床成因协会和国际矿床地质科学事业作出的突出贡献,决定授予我终身荣誉(Honorary Life Membership)称号。这是国际矿床地质科学界的最高荣誉,世界上迄今只有8位国际著名矿床学家获此殊荣。

2006年2月,在法国召开的世界地质图类委员会(CGMW)上正式通过我为首席科学家编制的1:2500万世界大型—超大型成矿图和成矿规律研究。该成矿图已于2008年通过由四位院士参加的验收,其中提出的超大矿床成矿偏在性和异常成矿达国际领先。这是科研成就的最大满足。该图在挪威召开的第33届国际地质大会上将正式出版展出。同时还批准以我为首编制全球海洋矿产资源图,编完大陆再编大洋,把矿产资源成矿真正能扩展到全球。此外,我还参加了中美“天山—阴山深部构造与成矿”、中日“ITIT”等国际合作项目。

我在60年的地质生涯中,先后2次援外、3次出国讲学、5次参加国际地质大会,访问了近30余国家,在多个国际学术组织中担任重要职务并承担了多个国际合作项目,被誉为国际型的矿床地质学专家,为提高我国的国际声誉、增进我国与世界的地质科学交流与合作作出了积极贡献。

展望未来

评点矿床学与矿产勘查学的发展前景

矿床学和矿产勘查学是两门互有联系、既古老又年轻的学科。积六十年的科学实践经验,我对它们的发展前景非常乐观。

矿床学已走过了近百年的发展历程,从早期的描述矿床学(describe)、中期的实验矿床学(experiment)发展到近期的理解矿床学(understanding)。人们对矿床的成矿地质特征、成

矿控制因素、时空分布规律以及成矿作用过程与机制等,都进行了广泛而深入的探究,取得了大量的理论性认识,促进了矿床学的空前发展。当前,矿床学正在大力开展以地球各圈层相互作用过程为基础的成矿动力学研究,提出了“动态成矿学”与“演化成矿学”新思维,甚至把全球成矿与宇宙演化相联系。矿床学已有的科学成果主要是描述和研究(或基本解决)“矿床及矿

带是怎样形成”的问题,而对“矿床及矿带是什么原因形成”的问题迄今尚未有系统的认识。因此,进一步探讨和发现矿床成因的缘因(基因),从知其然到知其所以然,努力从当前的理解矿床学阶段进入理论矿床学(theoretical)的新境界,是矿床学原始理论创新的基础,也是我今后探索和展望未来应当引起足够重视并有广阔发展前景的重大科学问题。