

一 带 一 路

矿业开发和可持续发展

□ 文 / 裴荣富 梅燕雄





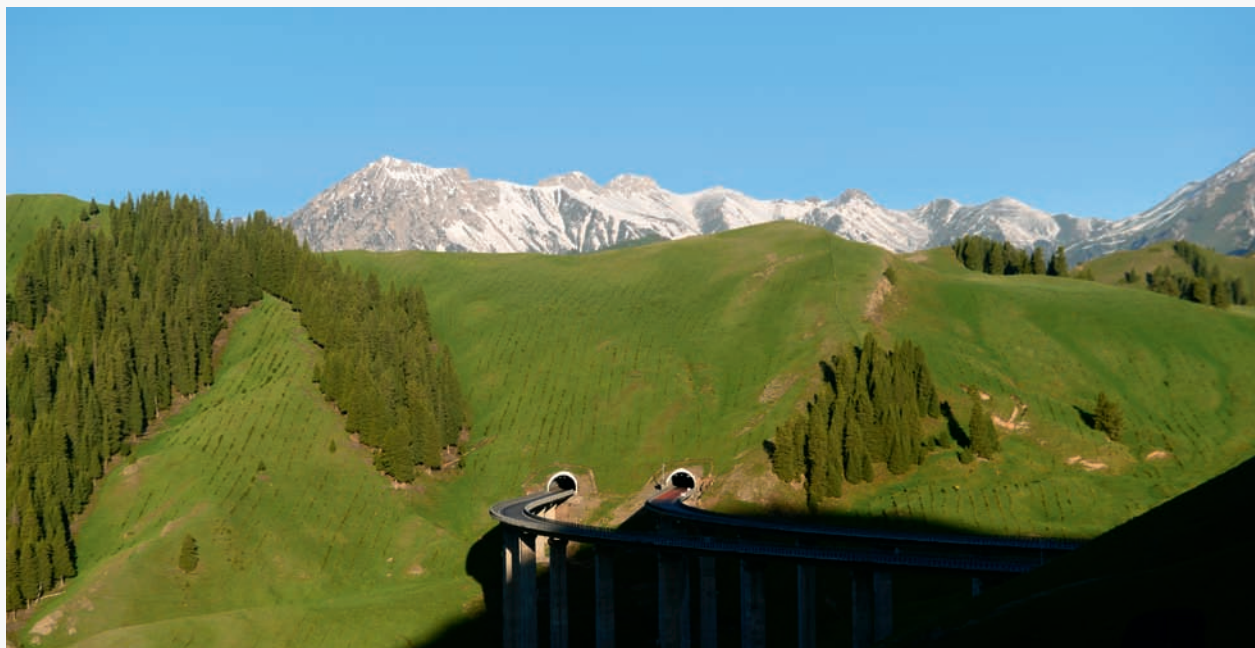
＞ 丝路漫漫 吴和政 / 摄

第一作者简介 裴荣富，男，1924年生，研究员，博士生导师，中国工程院院士。1948年毕业于清华大学地质系，获理学学士学位，历任地质队技术员、地质部和中国地质科学院矿床地质研究所副所长、所长、中国地质学会矿床专业委员会主任、矿产勘查专业委员会副主任、国际矿床成因协会副主席、主席。主要致力于矿业工程勘查和科学研究。

古老的“丝绸之路”

“丝绸之路”源于中国，但“路”之名是德国地理学家李希霍芬在造访中国时发表的《中国旅行记》一书中提出的。他把公元前114年至公元127年，历时两个半世纪、由中国开辟、从长安经西域与中亚以及与印度连接的丝绸贸易之路命名为 Seidestrassen（德文）。该路径跨越100多年的发展，可分为陆上和海上，陆上又分草原丝路、沙漠丝路和西南丝路；海上可分为东海和南海丝绸之路。

草原丝绸之路东起蒙古高原大兴安岭，翻越阿尔泰经准噶尔盆地至哈萨克或黑海低地贯通欧亚；沙漠绿洲丝绸之路由长安经河西走廊的敦煌再分南北两路到安息（波斯帝国，即今



＞ 双路并进 吴和政 / 摄

汉晋“五星出东方利中国”锦护臂

1995年出土于新疆尼雅遗址八号墓
现藏于新疆文物考古研究所



伊朗）、大秦（罗马帝国，即今地中海沿岸）。海上丝绸之路，除了丝绸还有香料，也称“丝香之路”，最初通往朝鲜、日本，称“东海丝绸之路”，继而通往东南亚，称“南海丝绸之路”。

草原、沙漠绿洲和海上三条丝路的开通，应是人类文明史和有关国家经济贸易的通道。

“丝绸之路”的发展，历经两汉、魏晋、隋唐、宋元、明清（至鸦片战争爆发前）几个时期，持续近两千年，期间偶有中断。古代史上有张骞凿空西域、玄奘取经印度和元朝扩张领土等政治、宗教交流。今日提出的开发丝绸之路应是现代国际间互通有无的现代化发展经济之路，特别是对发展中国家的矿业发展和可持续发展应是当代的创举。

矿业发展新“丝路”

在世界地质图委员会（CGMW）主持完成的“1：2500万全球大一超大型矿床成矿图”“1：2500万全球海洋矿产资源图”和“1：1000万亚洲成矿图”基础上，基本掌握了全球四大成矿域（即劳亚成矿域、特提斯成矿域、环太平洋成矿域和冈瓦

纳成矿域)、21个巨型成矿区/带(即劳亚成矿域的北美成矿区、格陵兰成矿区、欧洲成矿区、乌拉尔-蒙古成矿带、西伯利亚成矿区、中朝成矿区;特提斯成矿域的加勒比成矿带、地中海成矿带、西亚成矿带、喜马拉雅成矿带、中南半岛成矿带;环太平洋成矿域的北科迪勒拉成矿带、安第斯成矿带、楚科奇-鄂霍茨克成矿带、东亚成矿带、伊里安-新西兰成矿带;冈瓦纳成矿域的南美成矿区、非洲-阿拉伯成矿区、印度成矿区、澳大利亚成矿区、南极成矿区)、22个矿种、1285个大-超大型矿床的成矿规律,并提出全球成矿统一性、不同区域成矿特殊性、大-超大型矿床成矿偏在性和超巨量金属工业堆积异常性等成矿的新认识。据此,为我国走向国际、开发丝路的矿业奠定了宏观地质资源背景。在此基础上利用补充矿床(点)数据完成矿床密度等值线图,并按其等密度或等量的参数圈出矿聚区,也称矿汇(ore cluster),同时在区内选取其中最大密集的和最小时限的部位部署整装勘查以利快速突破。

“四元模型”新格局

在“一带一路”中选取的有利整装勘查区内,对高投入、高风险地质勘查和矿业开发,如何能做到最佳投入产出比,建立地质、技术、经济、环境“四元模型”,将是丝路矿业开发的新举措。“四元模型”的建立必须遵循四项科学技术模拟原则。

“双控论”与“合理域”

“双控论”是指地质和技术经济两项研究指标均得到合理保证。地质是以成矿地质背景“景”、控矿“场”、成矿流体“相”和形成的矿“床”4个等级体制最佳耦合的保证程度;技术经济的可行性是以勘查开发技术可行性来表达的。按两项保证程度的不同,在地质的纵横经济技术的二维坐标图上,通过斜率大小不同的计算,模拟出一条合理开发曲线(红线),

唐代 绛红罗地蹙金绣半臂

出土于陕西省法门寺地宫
现藏于法门寺博物馆

法门寺地宫出土了武则天等皇室帝胃供奉释迦牟尼佛祖的各类丝织物700多件,几乎囊括了所有的丝织品和丝织工艺,为唐代丝绸研究提供了非常珍贵的实物。



并划分出7个合理勘查开发阶段和13个评价程度,作为评定地质勘查和矿山开发建设是否合理的标准。“合理域”是指上述地质的科学技术经济的勘查工作和研究程度的投入达到一定合理区间的内涵。

风险投资决策支持系统

根据上述“双控论”与“合理域”的“预”查、“普”查、“详”查、“勘”探不同阶段,不同矿床地质复杂程度、工作目的任务、勘查技术经济条件,决策其勘查周期应投入多少工作量和多长时间、投资大小和合理风险投资比例,做出不同工作阶段决策支持系统的科学技术模拟,也应是探矿工作合理投入的准则,更是当前探矿权的交易和获取风险勘查基金合理投入的科学决策。

矿山合理开发年限

首先是对不同规模矿山合理开发年限的模拟,结合

大型超大型矿床在不同成矿单元中的分布数量统计表

成矿域	成矿区带 / 区	大型超大型矿床数量 (个)	主要矿床类型	主要成矿时代
劳亚成矿域 (129 个)	乌拉尔 - 蒙古成矿带	45	沉积型天然气、沉积型煤矿床、沉积型锰矿床、蒸发岩型钾盐矿床、BIF 型铁矿床、铜镍硫化物矿床、沉积型磷矿床、沉积型石油和热液型铋矿床	古生代、中生代和元古宙
	北美成矿区	33		
	欧洲成矿区	22		
	西伯利亚成矿区	15		
	中朝成矿区	13		
	格陵兰成矿区	1		
特提斯成矿域 (64 个)	地中海成矿带	29	砂锡矿床、蒸发岩型钾盐矿床、红土型铝土矿床和热液型汞矿床	新生代及中生代
	中南半岛成矿带	16		
	西亚成矿带	13		
	加勒比成矿带	4		
	喜马拉雅成矿带	2		
环太平洋成矿域 (116 个)	北科迪勒拉成矿带	43	斑岩型铜(钼)矿床、斑岩型钼矿床、红土型镍矿床、火山岩型银矿床和火山岩型金矿床	新生代及中生代
	安第斯成矿带	34		
	东亚成矿带	23		
	伊里安 - 新西兰成矿带	14		
	楚科奇 - 鄂霍茨克成矿带	2		
冈瓦纳成矿域 (136 个)	非洲 - 阿拉伯成矿区	75	沉积型石油、红土型铝土矿床、金伯利岩型金刚石矿床、砂页岩型铜矿床、沉积型天然气、SEDEX 型铅锌矿床、BIF 型铁矿床、红土型镍矿床和层状杂岩型铬矿床	元古宙、新生代及中生代
	南美成矿区	25		
	澳大利亚成矿区	24		
	印度成矿区	12		
	南极成矿区	0		

* 表中加粗黑体字区 / 带为一带一路成矿带。

矿山生产规模和平均设计服务年限，在二维坐标图上，大、中、小型不同规模矿山及其合理生产年限，划分出“试产—达产—稳产—萎缩—补偿—闭坑—复垦”7期，可作为矿山合理开发和闭坑评定标准，也是采矿权投资交易

的准则。

5R 循环经济矿业可持续发展

任何产业的开发均应具有减量化 (Reducing)，少投入大回报，

旨在减少进入生产和消费流程中的物质和能量；再利用 (Reusing)，目的是尽可能多次或以多种方式使用物品；再回收 (Recycling)，是把废弃物再次变成资源的 3R 循环经济。但对不同确定性强和大风险的地质矿业，应在 3R 基础上，



＞ 筑梦空间 吴和政 / 摄

增加再发现（Rediscovery）和复垦（Reclamation）5R 循环经济。再发现就是在开发过程中发现新资源和增加储量，是保证矿业可持续发展的决定因素。复垦是关系到生态环境的问题，包括矿山绿化、转型为公园、博物馆、农田等，贯彻矿山开发的始终。

“一带一路”资源变资产

复垦保证体系是当代“一带一路”矿业开发的核心内容，也是国际重视的准则，建立复垦保证体系的研究包括：从宏观层面出发研究全国的矿山复垦规划，从微观层面出发制定矿区复垦机制，同时在两个环节之间需要建立复垦保障制度监督和保证复垦

工作的顺利进行。

开发矿业是地质系统的公益性地质工作，目的是解决矿产的“资源”问题。矿业开发是以市场的商业性地质工作为主，目的是解决矿产“资产”问题。有了“资源”和“资产”，还要上市经营形成“资本”，开发矿业和矿业开发的“三资”。这应以矿床学和找矿勘查地质学为主，“资本”是矿业企业家的任务，以经济学和商业学为主。资本的经营还必须按照矿业“贷”、矿业“易”和矿业“链”的矿业圈来经营。

“一带一路”打开筑梦空间

中国古代的“丝绸之路”，历经两汉、三国两晋南北朝、隋

唐、宋元、明清多个朝代，既是一条中外交流的商贸之路，也是一条文化沟通之路，绵延千年，彪炳史册。如今提出矿业开发的“一带一路”应是 21 世纪发展国际矿业的创举，更是我国能做到促进“一带一路”广大发展中国家开发矿业的国际主义示范。据此，我们必须在已掌握“一带一路”的“景、场、相、床”四个等级体制成矿规律的基础上，应用矿业开发四项科学技术模拟，建立“四元模型”为“一带一路”的“三资”和“贷”“易”“链”做出贡献。☐

（作者单位 / 中国地质科学院矿产
资源研究所）