

矿产资源量估算方法在辽宁勘查项目中的对比应用

刘澎

辽宁省地质矿产调查院有限责任公司, 辽宁 沈阳 110001

DOI:10.61369/ETQM.2026030002

摘 要： 辽宁是我国重要的老工业基地、矿产资源大省，矿产勘查历史悠久，资源丰富，矿产资源量的准确估算对区域经济发展、资源合理开发利用、生态保护等具有重要意义。本文以辽宁典型矿产勘查项目为研究载体，对地质块段法、断面法、地质统计学法等常用估算方法的主要原理及适用情况加以梳理。分析各个方法在数据需求、估测精度、效率和适应性方面的好坏，根据辽宁地质构造复杂、多矿种共生的区域特点，给出根据矿种类型、勘查阶段和数据条件选择方法的建议。研究成果能给辽宁或者东北地区矿产勘查项目的资源量估算方案优化，改进估算水平赋予理论支持和实际参照。

关 键 词： 矿产资源量；估算方法；辽宁勘查项目；对比应用

Comparative Application of Mineral Resource Estimation Methods in Liaoning Exploration Projects

Liu Peng

Liaoning Province Geological Mineral Survey Institute Co., Ltd., Shenyang, Liaoning 110001

Abstract： Liaoning is an important old industrial base and a major province of mineral resources in China, with a long history of mineral exploration and abundant resources. Accurate estimation of mineral resources is of great significance for regional economic development, rational exploitation and utilization of resources, and ecological protection. Taking typical mineral exploration projects in Liaoning as the research subject, this paper systematically reviews the main principles and applicable conditions of common estimation methods such as the geological block method, cross-section method, and geostatistical method. It analyzes the advantages and disadvantages of each method in terms of data requirements, estimation accuracy, efficiency, and adaptability. Based on the regional characteristics of Liaoning—complex geological structures and polymetallic co-occurrence—the paper provides recommendations for selecting methods according to mineral types, exploration stages, and data conditions. The research findings can provide theoretical support and practical reference for optimizing resource estimation schemes in mineral exploration projects in Liaoning or the northeastern region, as well as improving estimation standards.

Keywords： mineral resource reserves; estimation methods; Liaoning exploration project; comparative application

展的物质基础，鞍山铁矿、阜新煤矿、辽河油田等一大批大型矿产基地的开发，使辽宁在全国工业格局中占据了很重要的位置。矿产资源开发强度不断加大，浅部易勘易采的资源越来越少，深部找矿和复杂矿床勘查成了当前的主要任务，资源量估算作为勘查工作的核心环节，其方法的科学性直接决定资源评价结果的可靠性。目前辽宁的勘查项目中，传统估算方法和现代技术融合方法并存，但是各种方法在复杂地质条件下适用性存在较大差异，部分项目由于选择方法不当造成估算偏差。因此本文主要针对矿产资源量估算方法在辽宁勘查项目中的对比应用，从方法特性与区域勘查需求匹配的角度出发，提出相应的应用策略，为提高辽宁矿产勘查的精准度，保证资源的可持续开发提供支持。

一、矿产资源量估算方法核心概述

（一）矿产资源量估算的定义与核心要素

矿产资源量估算就是在地质勘查工作的基础上，根据矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件等资料，采用科学的数学方法和

地质理论，对矿产资源的数量、质量、空间分布进行量化评价的过程。其主要因素有地质依据、数据支持、方法选取和参数确定这四个方面。地质依据是估算的前提，需要明确矿床成因类型、矿体形态产状、控矿构造等重要的地质信息^[1]。数据支撑指的是通过勘查工程获得的钻孔岩芯、探槽、坑道等实测数据，以及物化探、遥感

等间接数据；方法的选择要根据矿床特征和勘查阶段来确定，以保证方法的适用性；参数的确定包括矿体厚度、品位、体重等主要参数，直接影响估算结果的精确度。在辽宁勘查项目中，矿床类型多，不同的矿种其主要要素差别很大，铁矿的体重参数和煤矿的灰分参数对估算结果影响权重就大相径庭^[2]。

（二）传统经典估算方法解析

传统经典估算方法在辽宁早期的勘查项目中被广泛应用，主要有地质块段法、断面法、算术平均法、多边形法^[3]。地质块段法通过把矿体分成若干个具有相似地质特征的块段，计算各块段资源量后求和，它的优势是可以充分结合地质规律，适用于矿体形态相对规则、地质研究程度较高的矿床，比如辽宁鞍山式铁矿床早期勘查大多采用该方法。断面法按勘查剖面将矿体切割成若干个断面间的柱体，柱体体积乘以品位得到资源量，分为垂直断面法和水平断面法，在辽宁阜新、铁法等煤矿勘查中使用较多，能较好适应层状矿体的形态^[4]。多边形法以各个勘查工程为中心，建立多边形，用工程数据代表多边形范围内的矿体特征，适用于工程分布较均匀，矿体变化较平缓的地区。

（三）现代技术融合估算方法探析

信息技术与地质勘查技术融合之后，一系列现代估算方法开始在辽宁勘查项目中逐步推广使用，主要有地质统计学法、GIS支持下的综合估算方法以及三维建模估算方法。地质统计学法是以区域化变量理论为基础，利用变异函数对矿体品位、厚度等参数空间变异性进行分析，进而实现资源量的精确估计，可以处理复杂空间数据，减少估计误差，在辽宁弓长岭铁矿等大型矿床详查阶段有较好的应用效果。GIS支持的综合估算方法依靠GIS的空间分析功能，把多种勘查数据融合起来实施综合计算，从而得到矿体边界以及资源量信息，尤其适合于辽宁东部多金属矿集区这样的地质条件复杂的区域。三维建模估算方法就是建立矿体的三维地质模型，直观显示矿体的空间形态和内部结构，根据模型进行资源量计算，不仅可以提高估算精度，还可以为以后的开采设计提供可靠的模型支持，近年来在辽宁本溪、抚顺等老矿山的深部找矿项目中得到了广泛的应用。

二、辽宁矿产勘查项目及估算方法应用现状

（一）辽宁矿产资源禀赋与勘查历程

辽宁位于我国东北地区南部，地质构造复杂，矿产资源丰富，是我国重要的钢铁、煤炭、有色金属生产基地。已发现的矿产资源有110余种，其中铁矿、菱镁矿、金刚石等矿产的储量居全国前列，鞍山—本溪铁矿集中区、阜新一铁法煤矿集中区、营口—大石桥菱镁矿集中区等是全国著名的大型矿产基地。辽宁矿产勘查历程可以分为三个阶段，建国初期到改革开放前为大规模勘查阶段，以铁矿、煤矿等基础工业矿产的勘查为主，为辽宁工业体系建设提供资源保障；改革开放到21世纪初为深化勘查阶段，逐步向深部找矿、复杂矿床勘查拓展，勘查技术与方法逐步升级；21世纪以来为精准勘查阶段，依靠现代信息技术，开展老矿山深部及外围找矿，重视资源综合利用和生态保护。各个勘查

阶段所具有的技术需求存在差别，促使估算方法持续更新^[5]。

（二）辽宁勘查项目中主流估算方法应用格局

目前在辽宁的勘查项目中存在传统方法与现代方法共存、区域化差异应用的局面。在传统的勘查方法中，地质块段法、断面法仍然占有相当的比例，在鞍山、本溪等铁矿老勘查区，由于地质研究程度高、矿体形态比较稳定，地质块段法的应用率超过40%；在阜新、铁法等煤矿区，层状矿体的特征比较明显，断面法的应用较多，占50%以上。现代方法当中，地质统计学法在大型矿床详查和勘探项目中运用愈加普遍，弓长岭铁矿、歪头山铁矿等重点项目均采用了此方法，占大型矿床勘查项目的35%左右；三维建模估算方法因具备可视化特点，在老矿山深部找矿项目中应用增速较快，抚顺西露天矿深部勘查、本溪钢铁集团矿山外围找矿等项目均采用了该技术，应用占比达到20%。除此之外，在一些小规模勘查项目中，算术平均法仍有使用，大约占10%^[6]。

（三）估算方法应用的典型成效与案例

辽宁勘查项目不同估算方法的应用有着明显的成果，具有代表性的典型案例各具特色。鞍山弓长岭铁矿详查项目中，用地质统计学法取代传统的地质块段法，借助变异函数分析矿体品位的空间分布规律，较好地找到了以前漏掉的高品位矿段，资源量估算的精确度提高了15%，给矿山扩大生产规模供应了准确的资源支撑。阜新煤矿深部勘查项目中，断面法和GIS空间分析技术相结合之后，结合钻孔数据、地质构造资料圈定出深部隐伏煤层分布范围，计算得出资源量是1.2亿吨，增加矿井的服务年限^[7]。

三、辽宁勘查项目中矿产资源量估算方法对比应用策略

（一）基于矿种类型的方法适配策略

不同矿种的地质情况不一样，要区别对待，选择合适的方法。对于铁矿，辽宁铁矿主要为鞍山式沉积变质型铁矿，矿体呈层状、似层状，地质研究程度高，勘查数据多。预查阶段可用地质块段法粗略估算，详查、勘探阶段推荐用地质统计学法，结合矿体品位空间变异性来提高估算精度，鞍山、本溪铁矿集中区重点勘查项目可先用这种组合策略^[8]。对于煤矿，主要是层状沉积型，矿体厚度比较稳定，但是容易受到断层的影响，阜新、铁法等煤矿区勘查时，预查至普查阶段可以采用断面法，快速圈定煤层分布范围，勘探阶段可以利用GIS技术优化断面划分，提高估算精度。有色金属矿大多呈脉状、透镜状分布，地质条件复杂，比如辽宁东部铜铅锌矿集区，勘查初期用多边形法圈定矿体边界；详查阶段用三维建模加地质统计学法，可以精确地显示出矿体的空间形态及品位分布。对菱镁矿、滑石等非金属矿，矿体形态比较规则，可采用地质块段法为主，用三维建模进行可视化验证。

（二）基于勘查阶段的动态选择策略

勘查阶段决定着勘查数据量和研究程度，要创建动态的方法选择策略。预查阶段以初步查明矿产资源潜力为出发点，勘查工程少、数据有限，采用算术平均法或者简单地质块段法，快速得

到资源量的粗略数据,为后续勘查工作的部署提供依据,辽西地区新发现的矿点预查项目可以采用此方法。普查阶段初步圈定矿体范围,勘查工程密度增大,数据量增加,可以采用断面法或者多边形法,结合地质填图数据,提高资源量估算的可靠性,辽东多金属矿普查项目常用断面法。详查阶段需要精准地控制矿体形态和品位分布,勘查数据丰富,应采用地质统计学法或者 GIS 支持下的综合估算方法,对参数的空间变异性进行深入分析,鞍山铁矿详查项目就使用了地质统计学法。勘探阶段要给矿山建设赋予准确的资源依凭,就要采取三维建模估算办法,把钻孔、坑道、物化探等种种数据融合起来,创建精确的矿体模型,达成资源量的可视化运算并支持动态刷新,抚顺、本溪这些老矿山的勘探项目就用了这种方法^[9]。

（三）数据驱动的方法优化组合策略

在数据质量以及数量方面展开方法组合策略,从而提高估计的精度。数据量丰富、质量优良的大型勘查项目采用地质统计学法和三维建模相结合的模式,地质统计学法用来准确计算出资源量,三维建模用于可视化呈现与检验,如弓长岭铁矿大型勘查项目中就运用了此种组合方式,既提高了资源量估算的准确性又加强了可视化的效果。对于历史数据比较充分、现代数据不太够的老矿区勘查项目,用传统方法校正和现代方法优化的办法,即阜新煤矿老矿区深部勘查时用地质块段法对历史资料重新进行校正,并结合 GIS 技术整合最近获得的新钻孔数据来优化计算结果。对数据分散、数据质量好坏不一的小型勘查项目,采取数据预处理和针对性方法相结合的方式,先用数据清洗、插值补全等方法提高数据质量,再根据矿种特点选择合适的方法,在辽西小型金矿勘查项目中,先处理钻孔品位数据,再用多边形法估算资源量。建立辽宁矿产勘查数据共享平台,整合利用不同项目的数

据,给方法的优化组合提供数据支持^[10]。

（四）质量管控与人员能力提升策略

建立完善的质量管控体系和人员能力提升体系来保证方法的应用效果。质量控制上建立事前方案审查、事中过程监督、事后成果验收的全流程控制体系,事前对估算方法选择的合理性、技术方案的可行性进行审查;事中对数据采集、参数确定、方法操作等环节进行监督,着重检查地质统计学法中变异函数的建立、三维建模中矿体边界的圈定等重要步骤;事后用多种方法进行交叉验证,例如将地质块段法的结果与地质统计学法的结果进行比较,保证估算成果的可靠性。人员能力提升上要建立分层培训体系,对基层勘查人员开展传统方法实操培训;对于技术骨干进行地质统计学法、三维建模等现代方法的进阶培训;定期组织辽宁勘查单位开展技术交流活动,分享典型项目经验;引进专业技术人才,加强与高校、科研院所的合作,联合开展估算方法创新研究;提升辽宁勘查行业整体技术水平。

四、结束语

综上所述,矿产资源量估算方法的科学选择与应用,是辽宁矿产勘查项目精准评价资源潜力的关键环节,对区域矿产资源开发利用的科学性、可持续性起着决定性的作用。本文通过对传统和现代估算方法的主要特点进行分析,并结合辽宁矿产勘查的历史和现状,确定了各种方法在铁矿、煤矿、有色金属矿等勘查中所取得的效果和不足。根据矿种类型、勘查阶段、数据条件来建立对比应用策略,给辽宁勘查项目提供有针对性的方法选择与优化路径。

参考文献

[1] 邱泽航,孙世强,闫小雯.地质矿产资源勘查技术的应用研究[J].世界有色金属,2024,(24):135-137.
[2] 韩晓萌,赵东旭.新型勘探技术在矿产资源勘查中的应用与发展[J].中国金属通报,2024,(12):7-9.
[3] 韩晓萌,赵东旭.基于遥感技术的矿产资源勘查与评价方法研究[J].中国金属通报,2024,(11):144-146.
[4] 冯豪杰.遥感监测守护交通安全——河南省地质局矿产资源勘查中心助力交通地质灾害防治纪实[J].资源导刊,2024,(21):45.
[5] 李辉.地质矿产资源勘查及合理开发方法研究[J].科技与创新,2024,(21):112-114.
[6] 张蒙蒙.地球化学勘查技术在矿产资源勘查中的应用研究[J].世界有色金属,2024,(20):141-143.
[7] 唐羽哈,杨晨.不同地质环境问题下对矿产资源勘查方法影响分析[J].世界有色金属,2024,(20):156-158.
[8] 王伊杰,张红丽,姜赛平,等.自然资源视角下中国边境地区发展:定位、分异与路径[J].自然资源情报,2024,(09):21-25.
[9] 黄帅.基于卫星遥感的矿产资源勘查与评估[J].中国金属通报,2024,(09):154-156.
[10] 吕晓澜.对当前浙江省矿产资源勘查开采管理工作的思考[J].浙江国土资源,2024,(08):18-20.