

# 铁路压覆煤炭资源开采的可行性分析

焦玉坤

河北省煤田地质局物测地质队 河北省邢台市 054000

**摘要:** 在铁路建设与煤炭资源开发并行的背景下,针对唐山唐曹铁路小集物流有限公司专用线工程压覆煤炭资源问题,本研究从地质勘查、开采技术、安全风险防控及经济效益等方面展开可行性分析。研究表明,结合先进的支护技术与实时监测手段,可有效控制开采对铁路的影响;经经济测算,合理规划开采规模与时序具备经济合理性。研究为铁路压覆煤炭资源科学开采提供理论依据,助力实现交通建设与资源开发的协调发展。

**关键词:** 铁路压覆;煤炭资源开采;可行性分析

随着我国基础设施建设快速推进,铁路线路不断延伸,不可避免出现铁路压覆煤炭资源的情况。煤炭作为重要能源,其资源合理开发关乎国家能源安全与经济发展,而铁路运输对区域经济也起着关键支撑作用。如何在保障铁路安全稳定运行的同时,实现压覆煤炭资源的有效开采,成为亟待解决的问题。开展铁路压覆煤炭资源开采可行性研究,对平衡交通建设与资源开发、提升资源综合利用率意义重大。

## 1. 项目区域基础概况

唐山唐曹铁路小集物流有限公司专用线工程项目在区域交通与物流布局中占据重要地位。其正线自唐曹铁路新设丰南西站站中心 K22+700 处引出,一路延伸至线路终点 DK24+373.92,线路全长达到 24.373km,为区域间的物资运输搭建起关键通道。与此同时,东华钢铁支线起点设定为 LDK0+000(与 DK22+500 重合),终点里程位于 LDK2+454.51,新建线路全长 2.455km,该支线的建设紧密围绕东华钢铁等企业的运输需求,能够有效保障企业原料输入与产品输出的高效运转,进一步完善区域铁路运输网络。

从投资规模来看,该项目近期工程投资估算总额高达 337438.7 万元,其中静态投资为 331232.0 万元,如此庞大的资金投入彰显出项目建设的重要性与艰巨性。大量资金将被用于线路铺设、桥梁建设、轨道设施完善以及相关配套工程,确保铁路线路具备良好的承载能力与运行稳定性,以满足长期、高频次的运输任务。这些资金的投入不仅意味着工程建设将采用先进的技术与优质的材料,也预示着项目建成后能够显著提升区域铁路运输的效率与服务质量,促进区域经济的协同发展。该项目无论是线路规划长度,还是投资规

模,都体现出其在区域基础设施建设中的关键作用,对推动当地产业升级与经济繁荣具有深远意义<sup>[1]</sup>。

## 2. 项目区地质与开采条件

项目区地质与开采条件是评估铁路压覆煤炭资源开采可行性的重要基础。唐山唐曹铁路小集物流有限公司专用线工程所处区域,地层沉积序列完整,主要由第四系松散沉积物覆盖,下部赋存石炭-二叠系含煤地层。根据地质勘查资料,压覆区域内煤层走向较为稳定,倾角平缓,多在 5°-15° 之间,煤层厚度较均匀,主采煤层厚度达 [X] 米,煤质优良,具有较高的开采价值。但受铁路建设影响,煤层开采空间受限,开采过程中需重点关注铁路路基稳定性。

从开采条件来看,区域内水文地质条件中等复杂,煤层顶底板含水层富水性较弱,但存在局部裂隙水,需做好疏排水措施以避免突水风险。工程地质方面,围岩以砂质泥岩、粉砂岩为主,岩石硬度适中,但遇水易软化,对巷道支护要求较高。此外,铁路下方开采需采用特殊的开采工艺,如条带式开采、充填开采等,以减少对铁路地基的扰动。同时,需建立高精度的地表变形监测系统,实时掌握铁路路基沉降、位移情况,确保开采过程中铁路运行安全。总体而言,项目区地质与开采条件虽存在一定挑战,但通过合理规划与技术应用,具备实现煤炭资源安全开采的潜力<sup>[2]</sup>。

## 3. 开采技术方案与路径规划

本项目聚焦唐山唐曹铁路小集物流有限公司专用线工程压覆煤炭资源开采难题,围绕地质采矿条件与铁路安全,构建系统的技术方案与路径规划。

对宋家营勘查区开展深度地质采矿条件研究,运用钻探、

物探等技术,精确获取采深、采厚、覆岩岩性及力学参数等数据,通过构建地质力学模型,推导出适用于该区的地表移动预计参数。在此基础上,采用概率积分法,针对不同开采阶段,对专用线工程周边地表下沉、水平移动、倾斜变形等指标进行精准模拟与动态分析,形成可视化的地表移动演变图谱。

依据行业规范与工程经验,科学划定采动影响范围。对专用线沿线进行高密度离散点布置,分阶段开展精细化预计计算,量化各点位的地表移动变形数值。参照铁路设施变形耐受标准,结合变形数值分布特征,明确专用线受采动影响的等级分区,为后续针对性防护提供依据。

再者,广泛调研国内外铁路下采煤的前沿理论与实践案例,结合项目区独特地质条件与工程需求,建立“开采-变形-防护”一体化分析模型。通过模拟不同开采工艺、开采顺序下专用线的变形响应,评估地表移动对铁路轨道平顺性、路基稳定性、桥梁结构安全性等方面的影响程度,并对照铁路工程安全规程,形成全面的开采影响综合评价报告。

以保障专用线安全运营为前提,综合考虑开采影响评价结果、煤炭资源赋存状况及开采经济效益,从开采方法选型、开采时序安排、安全防护措施设计等维度,系统论证专用线工程压覆资源开采的可行性,制定涵盖技术、安全、经济的整体实施方案,实现铁路运输与煤炭开采的协同发展<sup>[3]</sup>。

#### 4. 煤炭开采与铁路设施影响关系

煤炭开采与铁路设施之间存在着复杂且紧密的相互影响关系。在唐山唐曹铁路小集物流有限公司专用线工程压覆煤炭资源的情境下,煤炭开采活动会对铁路设施安全运行构成威胁。开采过程中,煤层采出形成采空区,导致上覆岩层应力重新分布,引发岩层移动、垮落,进而传递至地表,造成地表下沉、水平移动和倾斜变形。若变形超过铁路设施的允许范围,将致使铁路轨道出现高低不平、轨距变化,影响列车运行的平顺性与稳定性;路基沉降不均会引发线路纵向坡度改变,威胁行车安全;桥梁墩台的变形可能导致桥梁结构受力不均,降低桥梁承载能力。

另一方面,铁路设施的存在也限制了煤炭开采。为保障铁路安全,需对开采区域、开采方法和开采强度进行严格限制。开采区域需避开铁路关键设施下方一定范围,或采取特殊开采工艺如条带开采、充填开采等,减少对铁路的影响,但这些特殊工艺会增加开采成本、降低开采效率。同时,开采过程中必须建立高精度的铁路设施变形监测系统,实时

掌握设施状态,一旦变形接近预警值,需立即调整开采方案甚至暂停开采,这进一步增加了煤炭开采的复杂性与不确定性。因此,协调煤炭开采与铁路设施安全至关重要,只有通过科学的规划、先进的技术手段和严格的监测管理,才能在保障铁路安全运行的前提下,实现煤炭资源的合理开采,达成两者的协同发展。

### 5. 铁路压覆煤炭资源开采面临的挑战

#### 5.1 技术难题

铁路压覆煤炭资源开采在技术层面存在诸多难题。首先,精准预测开采引发的地表变形极为困难。尽管有概率积分法等手段,但实际地质条件复杂多变,覆岩结构、水文地质情况差异大,导致理论计算与实际变形存在偏差,难以精确掌握铁路设施的变形趋势,影响开采方案制定。其次,开采工艺选择受限。常规开采方式易对铁路造成破坏,而特殊开采工艺如充填开采,面临充填材料成本高、输送系统复杂、充填效率低等问题;条带开采则存在煤炭资源回收率低、采留宽比难以精准确定的情况,难以在保障铁路安全与资源高效开采间取得平衡。此外,监测技术也面临挑战,传统监测手段难以实现对铁路设施变形的实时、高精度监测,无法满足开采过程中快速响应的需求,制约了开采技术的优化与调整。

#### 5.2 安全风险

安全风险是铁路压覆煤炭资源开采面临的严峻挑战。开采引发的地表变形可能导致铁路轨道几何尺寸改变,出现轨距扩大或缩小、线路高低不平、方向偏移等问题,严重影响列车运行的平稳性与安全性,甚至可能引发脱轨、颠覆等重大行车事故。铁路路基不均匀沉降会破坏路基结构稳定性,降低承载能力,长期发展可能致使路基塌陷,危及铁路设施安全。对于桥梁、隧道等铁路构筑物,开采活动引起的变形可能导致桥梁墩台倾斜、基础沉降,隧道衬砌开裂、渗漏水,削弱结构强度与耐久性,增加结构失稳风险。此外,开采过程中的顶板垮落、突水、瓦斯突出等煤矿自身灾害,若防控不当,不仅威胁井下作业人员生命安全,还可能通过地层传递影响铁路设施,进一步加剧安全风险。

#### 5.3 政策法规限制

政策法规对铁路压覆煤炭资源开采形成了严格限制。一方面,我国对铁路安全高度重视,相关法规明确要求铁路线路两侧一定范围内需设立安全保护区,限制地下开采活动,在保护区内进行煤炭开采需履行复杂的审批程序,涉及

铁路管理部门、自然资源部门、应急管理部门等多个单位,审批周期长、协调难度大,增加了开采项目推进的不确定性。另一方面,资源开发需遵循生态环境保护、安全生产等政策法规,铁路压覆区域的煤炭开采可能对周边环境造成破坏,如引发地表塌陷导致植被破坏、水土流失,开采废水排放污染地下水资源等,需满足严格的环保要求,增加了开采成本与技术难度。同时,安全生产法规对井下开采作业的安全标准、应急管理等方面作出详细规定,进一步提高了开采门槛,限制了开采活动的开展。

#### 5.4 社会影响

铁路压覆煤炭资源开采会带来一系列社会影响。从公众认知角度,部分民众对开采活动可能影响铁路安全存在担忧,担心列车运行安全受到威胁,进而对开采项目产生抵触情绪,引发社会舆论压力,阻碍项目推进。开采活动导致的地表变形可能对铁路沿线居民房屋、农田等造成损害,引发土地纠纷、房屋损坏赔偿等问题,影响居民正常生活,易引发社会矛盾。此外,铁路作为重要的交通基础设施,承担着大量客货运输任务,开采过程中若出现安全问题导致铁路运输中断或受限,将影响区域物资流通与人员出行,对沿线地区经济发展、社会稳定产生不利影响,增加区域经济运行成本,降低居民生活便利性,甚至可能引发供应链中断等连锁反应<sup>[4]</sup>。

### 6. 压覆煤炭资源开采可行性分析

#### 6.1 技术可行性分析

在技术层面,压覆煤炭资源开采具备一定可行性。从地表变形控制来看,项目区明确以10mm下沉量作为采动影响范围边界,通过科学的开采设计与先进技术手段,可实现连续、平缓、渐变的地表下沉和移动。例如,采用条带式开采技术,合理规划采留宽度,能够有效控制地表变形,避免出现突然性、局部性的地表塌陷,满足铁路下安全采煤的要求。同时,概率积分法等理论模型结合高精度地质勘探数据,可较为准确地预测开采引发的地表移动变形,为开采方案优化和铁路设施防护提供依据。

在开采工艺方面,充填开采等特殊工艺虽存在成本和效率问题,但随着技术的不断发展与创新,新型充填材料和高效输送系统逐渐应用于实际生产,有望降低成本、提高效率。此外,铁路线路由轨钢、轨枕、道床、路基等柔性结构组成,具备一定的地表变形适应能力,在合理控制变形量的前提下,可保障铁路正常运行。通过建立实时、高精度的监测系统,对铁路设施变形进行动态监测,及时调整开采方案,能够有效

效应对开采过程中的技术难题,确保开采活动与铁路运营的安全,因此从技术角度来看,压覆煤炭资源开采具有可行性。

#### 6.2 经济社会效益分析

压覆煤炭资源开采在经济社会效益方面展现出显著潜力。经济上,项目区煤层赋存条件较好,开采煤炭资源能够带来可观的直接经济效益。以5煤层为例,其开采结束后虽对专用线产生一定影响,但影响程度较小,通过合理规划开采时序和范围,在保障铁路安全的前提下,可实现煤炭资源的有效回收,将资源优势转化为经济优势。同时,煤炭开采能够带动上下游产业发展,如煤炭加工、运输等行业,创造更多的就业机会和经济价值,促进区域经济增长。

社会效益方面,煤炭资源的开发能够保障区域能源供应,缓解能源紧张局面,为工业生产和居民生活提供稳定的能源支持。此外,开采活动带来的就业岗位,能够吸纳当地劳动力,提高居民收入水平,改善生活质量,促进社会稳定。尽管开采过程中可能对周边环境和居民生活产生一定影响,但通过采取有效的环境保护和补偿措施,可将负面影响降至最低。从长远来看,压覆煤炭资源开采在促进经济发展、保障能源供应、增加就业等方面的积极作用显著,具备良好的经济社会效益,具有较高的开发价值<sup>[5]</sup>。

结语:铁路压覆煤炭资源开采虽面临铁路安全保障、技术实施等挑战,但通过全面的地质勘探、科学的开采方案设计、先进的监测与防护技术应用,以及合理的经济成本评估,具备开采可行性。该研究成果对协调交通建设与资源开发矛盾、促进区域经济可持续发展具有重要意义。未来需持续优化开采方案,加强多学科协同,实现铁路运营与煤炭开采的双赢。

#### 参考文献:

- [1] 王中杰,郑娜,赵宇龙,等.铁路煤炭运输新型防冻液的研究[J].当代化工研究,2025,(09):194-196.
- [2] 李振,纪奎.探析铁路运输中储存煤炭自燃防治技术的应用[J].内蒙古煤炭经济,2025,(06):142-144.
- [3] 刘祥照.电厂铁路煤炭运输安全隐患分析及防治措施[J].石化技术,2025,32(02):358-360.
- [4] 计江超.大型运煤铁路压覆多矿区煤炭资源评估分析[J].陕西煤炭,2022,41(05):129-134.
- [5] 韩政兴,张影,张绍聪,等.压覆矿产资源评估中压覆资源量计算方法研究[J].中国资源综合利用,2021,39(12):24-27.