

# 复杂地质条件下煤矿薄煤层开采可行性研究

王世杰

内蒙古仲泰能源集团有限公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

**摘要:** 本文聚焦复杂地质条件下薄煤层开采。首先概述复杂地质条件类型、特征及薄煤层定义、赋存特点,分析其对开采的影响。接着剖析传统与现代薄煤层开采技术,探讨不同技术在复杂地质条件下的适用性。随后从技术、经济、安全三方面评估开采可行性,指出当前技术瓶颈、成本压力及安全风险。最后提出开采技术优化与创新、安全保障体系建设、经济效益提升策略等保障措施,旨在提高薄煤层开采效率、安全性与经济效益,推动行业可持续发展。

**关键词:** 复杂地质条件; 薄煤层; 煤矿开采; 可行性; 开采技术

**引言:** 在煤炭资源开采领域,复杂地质条件与薄煤层赋存特征相互交织,给开采工作带来了巨大的技术挑战与安全风险。薄煤层开采不仅受限于煤层厚度、稳定性及埋藏条件,还需应对断层、褶皱、高应力、水文复杂等多重地质难题。本文旨在深入分析复杂地质条件下薄煤层开采的技术现状、可行性及保障措施,通过探讨传统与现代开采技术的适用性,评估技术、经济与安全可行性,并提出针对性的优化与创新策略,为提升薄煤层开采效率、安全性和经济效益提供科学依据。

## 1 复杂地质条件与薄煤层开采概述

### 1.1 复杂地质条件的类型与特征

复杂地质条件在煤矿开采领域呈现出多样化的类型与显著特征。地质构造复杂型矿区是其中一类典型,这类矿区广泛分布着大量断层、褶皱等地质构造。断层的存在会使煤层连续性遭受破坏,造成煤层错位甚至缺失;褶皱则会改变煤层的倾角和厚度,使得开采空间形态复杂多变,极大地增加了开采的难度和不确定性。高应力型矿区受地壳运动长期作用,地层应力高度集中,在开采过程中,巷道极易因应力释放而发生变形,甚至引发冲击地压等严重灾害,对矿工生命安全和设备设施构成巨大威胁。水文地质复杂型矿区含水层丰富且水压较高,开采时一旦揭露含水层,就可能面临突水风险,淹没巷道和工作面。此外,还存在瓦斯含量高、煤岩破碎等复杂地质情况,这些条件相互交织、彼此影响,给煤矿开采带来了多重安全隐患和严峻的技术挑战。

### 1.2 薄煤层的定义与赋存特点

薄煤层在煤炭地质学中有着明确的界定,通常是指煤层厚度小于1.3米的煤层。这类煤层具有一系列独特的赋存特点。首先,由于煤层厚度较薄,开采空间极为狭小,这极大地限制了开采设备的选型,许多大型、常规的开采设备难以在薄煤层中施展,同时操作空间受限也

增加了开采作业的难度和危险性。其次,薄煤层稳定性普遍较差,常常伴有夹矸层,夹矸层的存在使得开采过程中煤质控制变得更为复杂,容易混入杂质,影响煤炭品质。再者,部分矿区的薄煤层埋藏深度变化较大,一些区域埋藏较深,导致地温升高、地压增大,进一步加剧了开采的复杂性和风险性。此外,薄煤层储量分布较为分散,且形态不规则,在开采时难以形成规模化、连续性的作业模式,给开采效率和成本控制带来挑战。

### 1.3 复杂地质条件对薄煤层开采的影响

复杂地质条件给薄煤层开采带来了极大的难度与潜在风险。在地质构造复杂的区域,断层和褶皱纵横交错,严重破坏了煤层的完整性。开采过程中,由于煤层结构被破坏,极易引发顶板垮落、煤壁片帮等事故,对作业人员和设备安全构成严重威胁。而且,开采设备在面对煤层起伏变化时,难以保持稳定高效运行,降低了开采效率。高应力环境下,巷道支护面临巨大挑战,支护难度大且维护成本高昂。冲击地压等动力灾害随时可能发生,对作业人员的生命安全造成直接威胁。水文地质复杂的区域,含水层与煤层关系复杂,突水风险时刻存在,一旦发生突水,将严重影响开采进度,甚至可能引发淹井等重大事故。瓦斯含量高的矿区,瓦斯突出风险成为制约安全生产的首要因素。复杂地质条件与薄煤层自身特点相互交织,对开采技术、设备性能以及安全管理水平都提出了更为严苛的要求<sup>[1]</sup>。

## 2 薄煤层开采技术分析

### 2.1 传统薄煤层开采技术

传统薄煤层开采技术主要涵盖炮采与普采两种方式。炮采技术依赖爆破作业实现落煤,后续需人工进行装煤操作,这一过程不仅劳动强度极大,而且开采效率较为低下。更为关键的是,爆破作业过程中极易引发顶板垮落、瓦斯爆炸等严重安全隐患,对矿工生命安全构

成巨大威胁。普采技术则采用了滚筒采煤机进行落煤，并借助可弯曲刮板输送机进行运煤，相较于炮采技术，其机械化程度有所提升。然而，普采技术仍需依赖人工进行顶板支护，开采效率和安全性依旧存在较大的提升空间。此外，传统薄煤层开采技术在面对复杂地质条件时，适应性较差，难以满足现代煤矿高效、安全开采的迫切需求，亟待技术革新与升级。

## 2.2 现代薄煤层开采技术

现代薄煤层开采技术主要聚焦于综采与综采放顶煤技术。薄煤层综采技术运用由薄煤层采煤机、刮板输送机以及液压支架共同构成的综合机械化设备，达成了落煤、装煤、运煤和支护的一体化作业流程。该技术凭借高度机械化与自动化，显著提升了开采效率，同时降低了人工操作风险，增强了开采过程的安全性。薄煤层综采放顶煤技术则是在综采技术的基础上进一步发展而来，通过引入放顶煤工艺，有效提高了煤炭的回收率，实现了资源的最大化利用。不过，在复杂地质条件下，综采设备对煤层厚度变化以及地质构造的适应性仍显不足。煤层厚度的频繁波动和复杂的地质构造易导致设备出现故障，进而影响开采的连续性和稳定性，这也是当前现代薄煤层开采技术需要进一步攻克的难题。

## 2.3 不同技术在复杂地质条件下的适用性

在复杂地质条件下，传统薄煤层开采技术由于机械化程度低、安全保障不足，已难以满足实际生产需求，正逐步被市场淘汰。现代综采技术虽在地质条件相对稳定的薄煤层开采中成效显著，但遭遇断层、褶皱等复杂地质构造时，其局限性便凸显出来。此时，综采设备通行受阻，需频繁调整开采工艺，导致开采效率大幅降低。而综采放顶煤技术在高应力、破碎煤层等特殊地质环境中应用时，也面临诸多挑战，如易引发顶板事故，造成顶板管理困难，同时还可能导致煤质下降，影响煤炭的市场价值。鉴于此，针对复杂多变的地质条件，必须对现有开采技术进行深入剖析与优化改进，或积极探索并研发适应性更强、智能化水平更高的新型开采技术，以提升薄煤层开采的效率、安全性与经济效益。

## 3 复杂地质条件下薄煤层开采可行性评估

### 3.1 技术可行性评估

从技术层面深入剖析，随着开采技术与设备研发的持续推进，在复杂地质条件下开展薄煤层开采已具备一定程度的可行性。定向钻探技术作为关键技术手段，能够凭借高精度的探测能力，提前精准获取地质构造信息，包括断层、褶皱的分布及走向等，为科学制定开采方案提供坚实可靠的数据依据，有效降低开采过程中的

不确定性。智能化开采技术则借助先进的传感器、通信和控制系统，实现远程控制和自动化操作，大幅减少人员在危险区域的作业时间，显著提升开采过程的安全性。然而，当前技术仍面临一些瓶颈问题。在复杂地质条件下，开采设备的可靠性和适应性明显不足，设备易出现故障，影响开采进度和效率。同时，智能化开采的精准控制技术尚不完善，难以实现对开采过程的精细化管理。因此，需进一步加大技术研发力度，集中力量攻克关键技术难题，提高开采技术的适用性和可靠性，以更好地适应复杂地质条件下薄煤层开采的需求<sup>[2]</sup>。

### 3.2 经济可行性评估

经济可行性在薄煤层开采项目的决策中扮演着至关重要的角色，是决定项目能否顺利实施的关键因素。在复杂地质条件下，薄煤层开采面临着高昂的成本压力。设备投入方面，需要购置适应薄煤层特殊开采条件的先进设备，且设备更新换代频繁，成本不菲；巷道维护费用也居高不下，由于煤层薄、地质构造复杂，巷道易变形、损坏，需持续投入资金进行维护；安全设施建设更是不可或缺，从通风系统到监测设备，都需要大量资金投入。不过，随着煤炭市场价格的波动以及优质煤炭资源稀缺性的日益凸显，合理开发薄煤层资源显得尤为重要。这不仅能增加煤炭产量，满足市场需求，还能为企业带来显著的经济效益。通过优化开采工艺，如采用先进的采煤方法和设备，提高资源回收率，减少资源浪费；同时加强能耗管理，降低开采过程中的能源消耗，都能有效降低开采成本，提高经济效益。此外，政府的政策支持和补贴，如税收优惠、专项资金扶持等，也能进一步减轻企业负担，提升薄煤层开采的经济可行性。

### 3.3 安全可行性评估

在复杂地质条件下开展薄煤层开采作业，安全风险显著升高，因此安全可行性评估是项目推进过程中不可或缺的关键环节。为保障开采安全，需构建全方位、多层次的安全监测系统，对顶板压力、瓦斯浓度、水文变化等关键参数进行实时、精准监测，以便及时发现潜在的安全隐患，为采取应对措施争取宝贵时间。同时，积极采用先进的支护技术，如高强度液压支架、锚杆锚索联合支护等，增强巷道和采场的稳定性；并落实有效的防突水、防瓦斯措施，如超前探放水、瓦斯抽采等。此外，加强员工安全培训，提升其安全意识和应急处理能力。然而，仍需高度警惕冲击地压、突水等突发性灾害的发生，应进一步完善应急预案，明确应急处置流程和责任分工，定期组织应急演练，提高应急响应速度和处置能力，确保薄煤层开采过程安全可行。

## 4 复杂地质条件下薄煤层开采的保障措施

### 4.1 开采技术优化与创新

在薄煤层开采领域，加强开采技术研发与创新是提升开采效率与安全性的关键。鉴于复杂地质条件对开采技术的严峻挑战，需着力开发适应性更强的开采技术和设备。例如，可聚焦于研发智能化采煤机，这类设备应具备根据煤层厚度实时调整切割参数的能力，且能灵活应对断层、褶皱等地质构造，显著提高设备在复杂环境下的通过能力和自动化作业水平。同时，积极推广定向钻探、三维地质建模等先进技术，通过提前精准掌握地质信息，为开采方案的优化提供科学依据，减少开采过程中的不确定性和风险。此外，还应加强产学研之间的深度合作，促进科研成果的快速转化与应用，形成产学研用协同创新的良好生态，共同推动薄煤层开采技术的持续进步与发展。

### 4.2 安全保障体系建设

为确保薄煤层开采安全有序进行，需构建一套完善且高效的安全保障体系。首先，建立全方位、多层次的安全监测网络，利用先进的传感器和监测系统，对井下的瓦斯浓度、顶板压力、水文情况等各类安全参数进行实时、精准监测，以便及时发现潜在的安全隐患。其次，强化巷道支护设计与施工环节，采用高强度、耐腐蚀的支护材料，结合先进的支护工艺，如锚杆-锚索联合支护、注浆加固等，提高巷道的稳定性和承载能力。同时，制定严格且具有针对性的防突水、防瓦斯、防冲击地压等安全技术措施，并定期开展安全隐患排查与治理工作，将安全隐患消除在萌芽状态。此外，加强员工安全教育培训，提升员工的安全意识和操作技能，建立专业的应急救援队伍，配备充足的应急救援设备，确保在突发情况下能够迅速响应、有效处置<sup>[1]</sup>。

### 4.3 经济效益提升策略

在薄煤层开采中，为提升经济效益，需从多方面着

手优化。（1）优化生产组织管理至关重要。应依据矿区地质资料和煤层赋存规律，科学合理地安排开采顺序，优先开采煤质好、赋存条件佳的区域，提高开采效率。同时，结合开采需求和设备性能，优化设备选型和配置，避免设备闲置或过度使用，实现资源的高效利用，降低生产成本。（2）加强煤质管理是提升效益的关键环节。通过改进开采工艺、加强现场监管，减少夹矸混入，提高煤炭的发热量、灰分等质量指标，生产出高品质煤炭产品，增加产品附加值，从而在市场竞争中占据优势。（3）还应积极探索发展煤炭清洁利用技术，如煤炭洗选加工、煤炭气化液化等，延伸产业链，开发高附加值产品，提高企业经济效益和市场竞争力，实现可持续发展。

### 结束语

综上所述，复杂地质条件下薄煤层开采面临诸多挑战，但通过技术、经济、安全等多维度评估可知，其开采具备一定可行性。在后续实践中，需着重从开采技术优化与创新、安全保障体系建设以及经济效益提升策略等方面发力。持续研发适应复杂地质条件的开采技术与设备，构建完善的安全监测与防控体系，优化生产组织、强化煤质管理并探索煤炭清洁利用技术。通过这些综合保障措施的实施，有望攻克复杂地质条件下薄煤层开采难题，实现高效、安全、经济的开采目标，推动煤炭行业可持续发展。

### 参考文献

- [1]李明.复杂地质条件下的煤矿开采技术优化研究[J].煤炭工程, 2020, 35(4): 23-28.
- [2]张伟.煤矿智能化开采技术的发展现状与展望[J].煤炭科学技术, 2019, 47(6): 112-119.
- [3]王强.地质雷达在煤矿开采中的应用与实践[J].煤炭学报, 2021, 40(3): 45-50.