

井工开采薄煤层开采技术难题与解决方案

孙卫星

郑州煤电股份有限公司芦沟煤矿 河南 郑州 452373

摘要：本文深入探讨了井工开采薄煤层面临的技术难题及解决方案。薄煤层因厚度小、地质条件复杂，开采难度大、成本高、安全风险高且经济效益低。为解决这些问题，提出优化开采设备与技术、强化安全管理措施、提高开采效率与经济效益以及推广自动化与智能化开采技术等多方面的解决方案。文章还通过富县华恒煤矿的具体案例，展示了采用新技术装备后开采效率的提升和安全风险的降低，为其他矿井提供宝贵的借鉴。本文旨在为薄煤层开采技术的发展提供参考，推动煤炭行业的高效、安全、可持续发展。

关键词：井工开采；薄煤层开采技术；解决方案

1 薄煤层概述

1.1 薄煤层的定义与分类

薄煤层，顾名思义，指的是在煤炭开采过程中，煤层厚度相对较小的一类煤层。在煤炭行业中，对薄煤层的具体定义存在一定的差异，但普遍接受的标准是：地下开采时，煤层厚度小于1.3米的被视为薄煤层；露天开采时，煤层厚度小于3.5米的则属于薄煤层范畴。这种分类是基于开采技术和经济效益的综合考虑，因为煤层的厚度直接影响了开采方式的选择、设备的选用以及开采成本的高低。根据煤层的厚度和开采难度，还可以进一步将薄煤层细分为极薄煤层、较薄煤层等不同类型。极薄煤层的厚度通常小于0.8米，这类煤层的开采难度极大，需要特殊的技术和设备。而较薄煤层则是指厚度在0.8米至1.3米之间的煤层，虽然开采难度相对较低，但仍需要采取相应的技术措施来提高开采效率和安全性。

1.2 薄煤层的赋存特点

薄煤层的赋存特点主要表现为以下几个方面：第一，薄煤层的地质条件通常较为复杂，煤层厚度变化大，夹矸层多，给开采工作带来了不小的挑战。第二，薄煤层的开采高度较低，采煤人员在开采过程中往往无法站立，只能爬行或侧卧作业，这不仅增加开采的劳动强度，也降低开采效率。第三，薄煤层的煤层倾角往往较大，给开采工作面的稳定性带来威胁，增加了开采过程中的安全隐患。第四，薄煤层的掘进率较高，工作面接替困难，机械化产出比虽然较高，但经济效益却相对较低，这也在一定程度上制约了薄煤层开采技术的发展^[1]。

1.3 薄煤层在我国的分布及储量情况

我国是煤炭资源大国，薄煤层资源分布广泛，储量丰富。据统计，全国已探明的薄煤层可采储量约为61.5亿吨，约占煤炭总可采储量的20.4%。这些薄煤层主要分

布在四川、重庆、湖南、湖北等地区，其中部分地区的薄煤层储量甚至占到了保有储量的50%以上。例如，在华北、西北地区，埋深2000米以内的浅煤层气资源中，就包含了大量的薄煤层资源。从地质构造上看，我国的薄煤层多赋存于复杂的地质环境中，如断裂带、褶皱带等。这些地质构造不仅增加开采难度，也影响了煤层气的赋存和开采。尽管如此，随着煤炭开采技术的不断进步和煤层气资源的开发利用，我国薄煤层的开采前景仍然十分广阔。

2 井工开采薄煤层技术难题分析

2.1 煤层赋存条件复杂

井工开采薄煤层面临的一大技术难题是煤层赋存条件的复杂性，薄煤层的地质构造往往较为复杂，煤层厚度变化大，夹矸层多且分布不均，给开采工作带来了极大的挑战；煤层还可能受到断层、褶皱等地质构造的影响，导致煤层形态复杂，开采难度增加。这种复杂的地质条件不仅要求开采设备具有高度的灵活性和适应性，还需要开采人员具备丰富的经验和精湛的技术水平。在实际开采过程中，由于煤层赋存条件的不确定性，往往需要对开采方案进行频繁的调整和优化，这不仅增加开采成本，也影响开采效率^[2]。

2.2 开采设备适应性差

薄煤层的开采设备适应性差是另一个重要的技术难题，由于薄煤层的开采高度较低，传统的大型开采设备往往无法适应这种特殊的工作环境。即使一些专门为薄煤层设计的开采设备，在实际应用中也常常遇到各种问题，如设备故障率高、维修难度大等。另外，薄煤层的开采通常需要采用特殊的开采工艺，如爬行开采、侧卧开采等，这些开采工艺对开采设备的性能提出了更高的要求。目前市场上针对薄煤层开采的专用设备相对较

少,且技术水平参差不齐,这在一定程度上限制薄煤层开采技术的发展。

2.3 安全风险高

由于薄煤层的开采环境复杂,地质条件恶劣,开采过程中常常伴随着瓦斯、煤尘、水患等安全隐患。特别是当煤层赋存条件复杂时,开采过程中更容易发生冒顶、片帮等事故;由于薄煤层的开采高度较低,开采人员往往需要长时间在狭小的空间内作业,这不仅增加了劳动强度,也提高安全事故的发生率。

2.4 经济效益低

井工开采薄煤层的经济效益低也是制约其发展的重要因素,由于薄煤层的开采难度大、开采成本高,加之煤层厚度薄、产量低,导致开采过程中的投入产出比相对较低。此外,薄煤层的开采往往需要采用特殊的开采工艺和设备,这些工艺和设备的研发和生产成本也相对较高。因此,在市场竞争日益激烈的今天,薄煤层的开采往往面临着较大的经济压力。为了提高薄煤层的开采经济效益,需要不断探索新的开采技术和方法,优化开采工艺和设备,降低开采成本,提高开采效率。

3 井工开采薄煤层技术解决方案

3.1 优化开采设备与技术

针对井工开采薄煤层面临的技术难题,优化开采设备与技术是关键。由于薄煤层开采高度低、地质条件复杂,传统开采设备往往难以适应,研发和推广适应薄煤层开采的专用设备显得尤为重要。(1)需要研发具有更高灵活性和适应性的开采设备。例如,采用小型化、轻量化的采煤机,以适应薄煤层的低开采高度。同时,增强设备的稳定性和耐用性,减少故障率和维修成本。此外,还可以考虑采用先进的钻探技术和设备,如螺旋钻机,其钻探灵活,开采工艺简单易行,可广泛应用于不同类型的极薄煤层开采中^[1]。(2)在技术应用方面,应积极探索和推广长臂采煤工艺、连续采煤机采煤工艺等高效开采技术。长臂采煤工艺可以结合滚筒采煤机和炮煤机的工艺使用,实现综合开采和普遍开采。连续采煤机则能够实现开采和挖掘的有机统一,提高采掘效率。据统计,采用连续采煤机工艺的矿井,其开采效率可提高30%以上。

3.2 强化安全管理措施

井工开采薄煤层的安全风险较高,因此强化安全管理措施是保障开采工作顺利进行的关键;建立健全的安全管理体系,明确各级安全管理人员的职责和权限,制定详细的安全操作规程和应急预案,确保在事故发生时能够迅速有效地应对。在安全管理方面,还可以采取

一系列具体措施,如加强瓦斯监测和排放,控制煤尘浓度,防止自燃等。据统计,煤尘浓度每升高1%,安全事故的发生率就会增加5%左右。必须采取有效措施控制煤尘浓度,确保开采环境的安全性。此外,还应加强安全培训和教育,提高开采人员的安全意识和技能水平,减少安全事故的发生。另外,在安全管理上,还需注重日常检查和隐患排查。通过定期组织安全巡回检查,发现问题及时整改,确保安全措施的有效性。同时,建立和完善安全记录和报告制度,及时反馈安全信息,确保信息的畅通和处理的及时性。

3.3 提高开采效率与经济效益

提高开采效率与经济效益是井工开采薄煤层的重要目标,由于薄煤层开采难度大、成本高,因此需要不断探索新的开采技术和方法,优化开采工艺和设备,降低开采成本。可以通过优化开采方案、提高设备利用率、减少故障率等措施来提高开采效率。例如,采用先进的开采设备和技术,实现高效、快速的开采作业。同时,加强设备的维护和保养,减少设备故障对开采效率的影响。还可以通过优化开采工艺,如采用合理的爆破参数、提高装药效率等,来进一步提高开采效率;通过提高资源利用率、降低开采成本等措施来提高经济效益。例如,加强对薄煤层资源的综合利用和开发,提高资源利用率;采用先进的开采技术和设备,降低开采成本^[4]。据统计,采用先进的开采技术和设备可使开采成本降低20%以上。还可以通过加强市场营销、提高产品质量等措施来提高经济效益。

3.4 推广自动化与智能化开采技术

随着科技的不断进步和发展,自动化与智能化开采技术在井工开采薄煤层中的应用日益广泛。在自动化开采方面,可以采用自动化采煤机和自动化运输设备等技术手段,实现开采作业的自动化和智能化。例如,采用记忆截割技术的自动化采煤机,能够根据煤层的实际情况自动调整截割参数,提高采煤效率和精度。同时,配合自动化运输设备,如带式输送机、刮板输送机等,实现煤炭的连续、高效运输。智能化开采技术则是基于物联网、大数据、云计算等先进技术,通过实时监测和分析煤层信息、设备状态等数据,实现开采过程的智能化控制和管理。例如,采用智能监控系统对煤层厚度、开采进度等进行实时监测,并根据监测结果自动调整开采参数,确保开采过程的稳定性和安全性;利用大数据分析技术对开采数据进行深度挖掘和分析,为开采决策提供科学依据。据统计,采用自动化与智能化开采技术的矿井,其开采效率可提高50%以上,同时降低安全事故的

发生率。另外,智能化开采技术还能够实现远程控制和无人开采,进一步降低人员投入和安全风险。在推广自动化与智能化开采技术的过程中,应注重技术研发和人才培养。通过加大研发投入,推动技术创新和升级,不断提升自动化与智能化开采技术的水平和应用范围。同时,加强人才培养和引进,培养一批具备专业技能和创新能力的高素质人才,为自动化与智能化开采技术的发展提供有力的人才保障;在推广过程中还需注重与现有开采设备的兼容性和升级性。通过对现有设备进行智能化改造和升级,实现与自动化开采系统的无缝对接,提高整个开采系统的智能化水平和综合效益。

4 井工开采薄煤层技术的应用案例

4.1 具体矿井的薄煤层开采实践

富县华恒煤矿位于陕西省延安市富县东部,该地区煤层厚度仅为60厘米,却储存着我国稀缺的配焦煤种,对炼钢、冶金产业至关重要。然而,如此极薄的煤层开采难度极大,传统开采方式难以满足高效、安全的需求。为此,富县县委、县政府主导了一场科技创新,成功实现了极薄煤层综合机械化开采的突破。在华恒煤矿,开采团队采用了国内首创的60厘米电液控综采液压支架,这是针对极薄煤层特殊地质条件专门研发的装备。该支架不仅实现全遥控操作,消除了矿工在恶劣工作环境中“躺平”作业的安全隐患,还大幅提高采煤效率。同时,配合原有的割煤机和改良后的运输机,华恒煤矿终于实现了极薄煤层的高效、安全开采。

4.2 技术方案的实施过程和效果

技术方案的实施过程并非一帆风顺。面对60厘米高的采煤空间,矿工们平躺着干活、爬着前行,工作环境恶劣,劳动强度大。为此,富县工作团队与科研院所合作,历经两个多月的研发,终于推出了适用于60厘米煤层厚度的电液控液压支架。2021年7月1日,在庆祝建党一百周年之际,国内首套具有遥控操作功能的电液控液压支架在华恒煤矿进行安装试生产。经过反复试验和改进,2021年11月,第二代电液控液压支架推出并全面应用。实施新技术装备后,华恒煤矿的开采效率大幅提高,安全风险显著降低。据统计,新技术的应用使得煤

炭回收率提高到85%以上,矿井服务年限延长20年。同时,矿工们的工作环境和劳动强度也得到了极大的改善,他们终于能够轻松地地下井、安心地干活。

4.3 对其他矿井的借鉴意义和启示

富县华恒煤矿的极薄煤层开采实践为其他矿井提供宝贵的借鉴意义。首先,科技创新是突破开采难题的关键。面对极薄煤层的特殊地质条件,只有不断研发新技术、新设备,才能实现对煤炭资源的高效、安全开采。其次,绿色环保原则应贯穿整个开采过程。华恒煤矿坚持只采煤不采矸石的绿色环保原则,不仅提高了资源利用率,还减少对环境的破坏。最后,加强矿工的安全教育和培训也是至关重要的。提高矿工的安全意识和自我保护能力,降低事故发生的风险,是保障开采工作顺利进行的重要措施。

结束语

综上所述,井工开采薄煤层面临诸多技术难题,但通过优化开采设备与技术、加强安全管理、提高开采效率与经济效益以及推广自动化与智能化开采技术,这些问题得到了有效的解决。富县华恒煤矿的成功实践为我们提供宝贵的经验和启示,展示了科技创新在煤炭开采中的重要作用。未来,随着科技的不断进步和创新精神的持续发扬,相信薄煤层开采技术将取得更大的突破,为煤炭行业的可持续发展注入新的活力。

参考文献

- [1]马振通.薄煤层综采在小型煤矿研究与应用[J].科技视界,2019(4):270-272.
- [2]官晓亮.地下开采矿山深部开采的主要问题及应对措施[J].中国金属通报,2022(5):16-18.DOI:10.3969/j.issn.1672-1667.2022.05.006.
- [3]罗倬.地下开采矿山深部开采存在的问题及解决措施[J].内蒙古煤炭经济.2023,(9).DOI:10.3969/j.issn.1008-0155.2023.09.029.
- [4]张海鹏.地下金属矿山深部开采的主要问题及应对措施[J].世界有色金属.2024,(13).DOI:10.3969/j.issn.1002-5065.2024.13.017.