

采矿工艺在煤矿采矿工程中的应用

许超

河北冀中股份邯峰矿业有限公司 河北 邯郸 056004

摘要：煤炭作为我国重要的基础能源，在经济发展中占据关键地位。本文聚焦煤矿采矿工程中的采矿工艺应用。先阐述煤矿采矿工程具有地质条件复杂、安全风险高、对技术要求高的特点。接着详细分析了充填式、溶浸、露天开采、房柱式、地下连续采煤等采矿工艺在煤矿采矿工程中的应用情况。同时，指出当前煤矿采矿工艺与技术应用中存在技术水平参差不齐、安全保障不足、环境影响较大等问题，并相应提出加强技术研发与推广、强化安全管理、注重环境保护等改进措施，旨在为煤矿采矿工程的高效、安全开展提供参考。

关键词：采矿工艺；煤矿采矿；工程应用

引言：煤矿作为重要的能源资源，在我国能源结构中占据关键地位。煤矿采矿工程的顺利实施对于保障能源供应意义重大。然而，煤矿采矿工程面临诸多挑战，其地质条件复杂多变，安全风险时刻存在，且对采矿技术要求颇高。随着社会对能源需求的持续增长，如何科学应用采矿工艺，提升煤矿开采的效率与安全性成为亟待解决的问题。本文将深入剖析煤矿采矿工程的特点，探讨不同采矿工艺的应用，并分析现存问题及改进措施，以期推动煤矿采矿行业的可持续发展。

1 煤矿采矿工程特点

1.1 地质条件复杂

煤矿通常深埋于地下，历经漫长地质年代的变迁，形成了极为复杂的地质条件。不同矿区的地质结构千差万别，岩石特性各不相同，有的坚硬致密，有的则较为松软破碎，这给采矿作业带来诸多困难。煤层的赋存状态也极为复杂，厚度变化无常，有的区域煤层较薄，开采难度大，有的地方煤层则较厚，但可能存在断层、褶皱等地质构造，严重影响煤炭的开采效率和安全性。

1.2 安全风险高

煤矿采矿工程作业环境恶劣，安全风险始终高悬。首先，瓦斯是煤矿开采中最具威胁的因素之一，瓦斯在煤层和围岩中广泛存在，当瓦斯浓度达到一定范围，遇到火源就会引发爆炸，严重威胁矿工生命安全，且爆炸还可能引发后续的火灾等次生灾害。其次，煤矿开采过程中可能发生顶板垮落事故，由于地下开采破坏了原有的地层应力平衡，顶板岩石在重力作用下容易发生变形、垮落，若支护措施不到位，极易将作业人员掩埋。再者，煤尘爆炸也是一大安全隐患，在开采、运输等过程中产生的煤尘，若在空气中达到一定浓度，遇火源也会爆炸，造成严重后果。

1.3 对技术要求高

煤矿采矿工程要在复杂地质条件下实现安全、高效开采，对技术的要求极高。一方面，需要先进的地质勘探技术，精准掌握煤层的赋存状态、地质构造以及水文地质条件等信息，为开采方案的制定提供可靠依据。例如，三维地震勘探技术能够清晰地呈现地下地质结构，帮助采矿人员提前规划开采路线，避开断层等不利地质区域。另一方面，在开采过程中，需要高效的采矿工艺和设备。如对于薄煤层开采，需要研发专门的薄煤层采煤机，以提高开采效率；对于深部矿井开采，需要攻克高地压、高温等难题的技术和装备^[1]。

2 煤矿采矿工程中的采矿工艺应用分析

2.1 充填式采矿工艺

充填式采矿工艺在煤矿开采领域具有独特价值。其核心操作是在煤炭采出后，迅速向采空区填充精心筛选的材料，以此稳固围岩、控制地压，为后续开采筑牢安全根基。在充填材料选择上，涵盖矸石、尾矿以及膏体等。其中，矸石来源广泛，是煤矿开采的伴生废弃物；尾矿则取自金属矿山选矿后的剩余物；膏体由多种材料按特定比例混合而成，具备良好的流动性与固化性能。这些材料在经过科学配比后，通过泵送系统利用压力将其精准输送至采空区，或者凭借材料自身重力，采用自溜方式流入采空区。该工艺优势明显，能有效缓解地压，大幅降低顶板坍塌隐患，切实保障矿工作业安全。填充采空区后，可显著减少地表沉降，避免对矿区周边环境及地面建筑造成破坏。同时，针对传统工艺难以触及的边角煤、薄煤层等，充填式采矿工艺能够施展优势，提升煤炭资源的回收率。在实际应用场景中，在建筑物密集的矿区，充填式采矿工艺可保障居民生活不受影响。在铁路沿线煤矿开采时，能确保铁路运行安

全,在深部矿井面对高地压环境,该工艺可维持开采空间稳定;对于薄煤层开采,能提高开采效率与资源利用率,展现出广阔的应用前景。

2.2 溶浸采矿工艺

溶浸采矿工艺基于矿物的物理化学特性,向矿层(堆)注入工作剂,借助化学浸出、质量传递等作用,将煤矿中的有用矿物从固态转化为液态或气态,进而实现回收,达成低成本开采目的。该工艺主要分为地表堆浸法、原地浸出法。地表堆浸是把溶浸液喷淋在矿石或含矿废石堆上,使其在渗滤过程中,有选择地溶解并浸出有用成分,再从浸出液中提取金属,适用于处理低品位矿石、废石等。原地浸出法又包含地下就地破碎浸出和地下原地钻孔浸出。地下就地破碎浸出是将矿体矿石爆破成合理块度,形成渗透性良好的矿堆,布洒溶浸液浸出有价金属;地下原地钻孔浸出则是在矿石天然赋存状态下,通过钻孔注入溶浸液,反应后将浸出液抽至地面加工。溶浸采矿优势显著,大幅减少传统采矿的开拓、采掘、搬运等工序,基建投资少、建设周期短。在煤矿开采中,对于一些埋藏较浅、品位较低的煤层,溶浸采矿工艺可有效提升开采效率,降低成本,还能减少对周边环境的扰动,具有良好的应用前景。

2.3 露天开采工艺

露天开采工艺,是通过剥离煤层上方的岩土覆盖层,让煤炭直接暴露在地表,进而实施采煤作业的方法。在具体操作中,首先要进行表土和岩石的剥离,之后按顺序开采煤炭。为提高开采效率,一般把井田划分成多个水平台阶,由上至下逐步开采。这种工艺优势明显,因其开采空间不受限制,可大规模使用大型现代化设备,如巨型挖掘机、重载运输卡车等,大幅提升开采效率,缩短矿山建设周期,降低生产成本,资源回采率能够超过90%,有效减少了资源浪费。露天作业环境较为开阔,工人劳动条件较好,安全系数相对较高。但它也存在弊端,开采会占用大量土地,产生的扬尘、废水对周边生态环境造成污染。而且受地形和气候影响大,遇到暴雨、大风等极端天气,开采工作难以开展,适用范围局限于煤层埋藏浅、厚度大的区域。

2.4 房柱式采矿工艺

房柱式采矿工艺,是在开采区域内,间隔性地采出煤炭,同时巧妙地留下煤柱用以支撑顶板。实际作业时,专业技术人员会依据详尽的地质勘查数据,精准地把开采区域划分成规则的矿房与矿柱。矿房配备专业采煤设备,承担着煤炭采出的重任;矿柱则均匀分布,凭借自身强度抵抗顶板压力,维持开采空间稳定。此工艺

灵活性极高。当煤层厚度变化时,可灵活调整矿房、矿柱尺寸,保障开采效率;面对复杂地质,能迅速改变开采走向,规避断层等不利因素。而且,设备投入少,初期无需大额资金购置昂贵装备,极大降低建设成本。开采期间,矿房与矿柱形成良好通风通道,瓦斯能及时排出,降低积聚风险。然而,该工艺也存在明显不足。煤炭回采率仅在50%-70%,大量资源以矿柱形式留存地下,造成浪费。随着开采推进,若矿柱受风化、受力不均等影响,且维护不及时,极易引发顶板垮落,威胁人员安全。房柱式采矿工艺更适合煤层厚度适中、顶板稳定性好、地质构造简单的区域,在小型煤矿因开采灵活、设备要求低,得以广泛应用。

2.5 地下连续采煤工艺

地下连续采煤工艺,是借助连续采煤机等设备,在地下进行不间断采煤作业。它通常采用多巷布置方式,通过多条巷道同时作业,实现煤炭的高效开采。连续采煤机能够快速切割煤炭,配合高效的运输系统,可将采出的煤炭及时运出。这种工艺生产效率极高,可大幅提高煤炭产量,减少人工劳动强度。并且在开采过程中,能有效控制地压,降低顶板事故发生概率。但该工艺对设备要求高,设备投资大,后期维护成本也较高。同时,对地质条件有一定要求,更适用于煤层厚度稳定、地质构造相对简单的区域^[2]。

3 煤矿采矿工艺与技术应用中存在的问题及改进措施

3.1 存在的问题

3.1.1 技术水平参差不齐

在煤矿行业,不同企业的采矿工艺与技术水平差距显著。大型煤矿企业资金雄厚,往往能够投入大量资源用于技术研发与设备更新,采用先进的自动化、智能化开采技术,极大提升开采效率与安全性。然而,众多小型煤矿由于资金匮乏,无力引进先进技术与设备,仍依赖传统、落后的开采工艺,人工劳动强度大,生产效率低下。这种技术水平的巨大差异,不仅影响煤炭行业整体的产能提升,还导致资源浪费现象严重。一些技术落后的煤矿在开采过程中,煤炭回采率较低,大量煤炭资源被遗弃在地下,无法得到充分利用。

3.1.2 安全保障不足

尽管煤矿安全问题备受关注,但当前安全保障措施仍存在诸多不足。部分煤矿企业安全意识淡薄,为追求短期经济效益,忽视安全投入,安全设施陈旧老化,更新维护不及时。通风系统不完善,导致井下瓦斯积聚,增加瓦斯爆炸风险;支护设备质量不佳,难以有效支撑顶板,引发顶板垮落事故。安全培训工作也流于形式,

矿工对安全知识掌握不足,应急处置能力欠缺。在实际作业中,违规操作现象屡禁不止,如擅自拆除安全防护装置、超员运输等。此外,煤矿安全监管体系存在漏洞,监管部门对部分煤矿的监督检查不到位,无法及时发现并整改安全隐患。

3.1.3 环境影响较大

煤矿开采对环境的破坏不容小觑。开采过程中,大量矸石排放堆积,占用大量土地资源,且矸石中的有害物质会随雨水渗入地下,污染土壤与地下水。煤炭开采导致地表塌陷,破坏地表植被,引发水土流失,改变原有的生态地貌。矿井水的排放也存在问题,许多矿井水未经有效处理直接排放,其中含有的大量悬浮物、重金属等污染物,对周边水体造成严重污染。煤炭燃烧产生的废气,如二氧化硫、氮氧化物等,是大气污染的重要来源,会导致酸雨、雾霾等环境问题,对生态环境和居民健康产生极大危害。

3.2 改进措施

3.2.1 加强技术研发与推广

为解决技术水平参差不齐的问题,首先,政府应加大对煤炭行业技术研发的资金投入,鼓励科研机构与高校联合煤矿企业开展产学研合作项目。同时,建立技术推广平台,定期组织技术交流活 动,让大型煤矿企业分享先进的自动化、智能化开采经验,帮助小型煤矿企业提升技术水平。对于积极引进新技术的小型煤矿,给予税收优惠等政策扶持,降低其技术升级成本。

3.2.2 强化安全管理

强化安全管理需多管齐下。煤矿企业要切实提高安全意识,将安全成本纳入预算,定期更新维护通风、支护等安全设施。建立严格的安全培训考核制度,邀请专业人员对矿工进行常态化安全知识与操作技能培训,培训后进行严格考核,考核不通过者禁止上岗,确保矿工熟练掌握安全知识与应急处置方法。在作业现场,设立安全监督岗位,配备专业安全监督人员,对违规操作行

为进行实时监督与纠正。监管部门应完善安全监管体系,利用信息化手段,如远程监控系统,对煤矿生产进行全方位、实时监督。加大对违规煤矿的处罚力度,提高违规成本,倒逼煤矿企业落实安全责任,保障安全生产。

3.2.3 注重环境保护

在环境保护方面,煤矿企业应树立绿色开采理念。对于矸石处理,采用先进的矸石回填技术,将矸石回填至采空区,减少矸石占地,同时降低地表塌陷风险。加强矿井水治理,投资建设矿井水处理设施,采用物理、化学和生物相结合的处理工艺,对矿井水进行净化处理,使其达到排放标准或回用标准,实现水资源的循环利用。对于煤炭燃烧废气排放,安装高效脱硫、脱硝、除尘设备,降低二氧化硫、氮氧化物等污染物排放。此外,在矿区开展植被恢复与生态修复工作,制定生态补偿机制,对因煤矿开采受损的生态环境进行修复与补偿,实现煤炭开采与环境保护的协调发展^[1]。

结束语

综上所述,充填式、溶浸、露天、房柱式以及地下连续采煤等工艺,在煤矿采矿工程中各展所长,它们依据不同地质条件与开采需求,为煤炭资源的获取提供多样选择。但当前采矿工艺与技术应用仍存在技术水平不均、安全保障欠缺、环境影响较大等问题。未来,应持续加强技术研发与推广,强化安全管理,注重环境保护,促使煤矿采矿工艺朝着高效、安全、绿色方向发展,在保障能源供应的同时,实现煤炭行业与生态环境的协调共生,推动整个煤矿采矿工程领域迈向新的高度。

参考文献

- [1] 张晓刚. 采矿工艺在煤矿采矿工程中的应用[J]. 自动化应用, 2024, 65(12): 174-176+179.
- [2] 吕林奎. 现代化煤矿工艺技术在采矿工程中的应用[J]. 矿业装备, 2023, (07): 19-21.
- [3] 赵飞. 现代化采矿工艺在采矿工程中的应用[J]. 河南科技, 2022, (35): 99-100.