

煤矿井下采矿技术及采矿方法

杨成龙

河北冀中邯峰矿业有限公司万年矿 河北 邯郸 056300

摘要: 煤矿井下采矿是煤炭资源开采的关键环节, 关乎煤炭行业的高效发展与安全生产。本文系统阐述了煤矿井下采矿技术及采矿方法相关内容, 先是介绍井下采矿技术的基本概念、发展历程及主要分类, 接着深入分析露天开采、井下开采以及特殊采矿技术各自的特点、流程、要点、环境影响与应对措施等。同时对空场采矿法、充填采矿法、崩落采矿法及联合采矿法等常见采矿方法展开探讨, 旨在为煤矿井下采矿实践提供全面的理论参考, 助力提升采矿效率与安全性。

关键词: 煤矿井下; 采矿技术; 采矿方法

引言: 在能源需求日益增长的当下, 煤炭作为重要的基础能源, 其开采工作备受关注。煤矿井下采矿技术及方法的合理运用, 对煤炭资源的高效获取和安全开采起着决定性作用。井下采矿作业环境复杂、条件多变, 不同的采矿技术和方法各有优劣且适用场景各异。了解和掌握这些技术与方法, 能更好地应对开采过程中的诸多挑战, 保障煤炭开采顺利进行, 提升行业整体效益, 故而深入探究极具现实意义。

1 煤矿井下采矿技术概述

1.1 井下采矿技术的基本概念与特点

井下采矿技术是指在地表以下的矿井中进行煤炭资源开采的一系列工程技术手段。其特点显著, 作业空间相对封闭狭小, 环境复杂且恶劣, 存在瓦斯、水患、顶板垮落等诸多安全风险。需要专业的通风系统保障空气质量与瓦斯浓度控制, 排水系统应对涌水。开采过程涉及破岩、装载、运输等多道工序, 对设备的适应性与可靠性要求极高, 由于井下作业的局限性, 对人员的技术水平与安全意识要求也极为严格, 任何一个环节失误都可能引发严重的安全事故与生产中断。

1.2 井下采矿技术的发展历程与现状

井下采矿技术经历了漫长的发展过程。早期较为粗放, 主要依靠人力和简单机械挖掘, 效率低下且安全保障薄弱。随着工业革命推进, 机械化程度逐步提高, 出现了电钻、刮板输送机等设备, 提升了开采效率。到现代, 科技飞速发展, 井下采矿已步入智能化阶段。自动化采掘设备广泛应用, 如智能采煤机可实现精准割煤, 远程监控系统能实时监测井下状况, 无人开采技术也在部分矿井试点。然而, 仍面临着诸如深部开采地压控制困难、瓦斯治理复杂等挑战, 需要持续研发创新技术来攻克难题, 以适应煤炭资源开采需求。

1.3 井下采矿技术的主要分类

井下采矿技术主要分为露天开采和井下开采两大类。露天开采是直接剥离地表岩土挖掘煤炭, 适用于埋藏较浅、煤层厚且赋存条件简单的煤田。其具有开采规模大、效率高、成本相对较低等优点, 但对土地资源破坏严重, 且受气候条件影响大。井下开采则适用于煤层埋藏较深情况, 又可细分为缓倾斜煤层开采、倾斜煤层开采和极倾斜煤层开采。不同倾斜度煤层开采工艺有所差异, 如缓倾斜煤层多采用长壁式开采^[1]。

2 煤矿井下主要采矿技术分析

2.1 露天开采

2.1.1 特点与适用条件

露天开采的显著特点是作业空间开阔, 便于大型机械设备的施展。其开采强度大、生产效率高, 能在较短时间内获取大量煤炭资源。成本方面, 由于剥离和采掘作业相对简便, 在一定规模下成本效益较为可观。然而, 露天开采对地形地貌破坏严重, 会造成大面积土地挖损与植被毁坏。其适用条件主要为煤层埋藏浅, 一般不超过 300 - 500 米, 且煤层厚度大、赋存稳定、倾角较小。

2.1.2 开采流程与技术要点

露天开采流程首先是地面准备工作, 包括修建运输道路、排土场等基础设施。接着进行表土剥离, 使用大型挖掘机、装载机等设备将煤层上覆的岩土剥离并运至排土场。之后便是采煤作业, 根据煤层赋存情况选择合适的采掘设备, 如大型电铲等进行煤炭挖掘。在技术要点方面, 开采境界的确定至关重要, 要综合考虑煤炭储量、剥采比、边坡稳定性等因素, 以实现资源的最大化利用与开采作业的安全稳定, 运输系统的规划要高效合理, 确保剥离物与煤炭能快速、顺畅地运输。

2.1.3 环境影响与改进措施

露天开采对环境影响较大,主要体现在土地资源破坏,大量土地被占用和挖损,改变了原有的生态格局。粉尘污染严重,在剥离、采掘与运输过程中产生大量粉尘,影响周边空气质量。还可能造成水体污染,如矿坑排水含有有害物质。针对土地资源破坏,可在开采结束后进行土地复垦与生态修复,种植植被恢复土地功能。对于粉尘污染,采用洒水降尘、封闭运输、安装除尘设备等措施,减少粉尘排放。

2.2 井下开采

2.2.1 煤层开采的基本方法

井下开采针对不同煤层条件采用多种基本方法。对于缓倾斜煤层,长壁式开采应用广泛,包括走向长壁和倾斜长壁开采。走向长壁开采时,采煤工作面沿煤层走向推进,通过采煤机割煤、刮板输送机运煤,液压支架支护顶板,能实现较高的回采率和生产效率,适用于煤层厚度较稳定的情况。倾斜长壁开采则工作面沿煤层倾斜方向推进,巷道布置相对简单,掘进和运输费用较低,对地质条件有一定适应性。倾斜煤层开采,根据倾角大小和煤层稳定性,可采用伪斜柔性掩护支架采煤法等,利用掩护支架控制顶板,工人在掩护下作业,能减少顶板事故风险。极倾斜煤层开采较为复杂,常采用仓储式采煤法等,利用煤层自重落煤,在特定地质条件下可实现一定规模开采,但技术难度和安全管理要求较高。

2.2.2 井下开采工艺与技术

(1) 缓倾斜煤层开采

多采用综合机械化采煤工艺。首先,利用大功率采煤机沿工作面进行割煤作业,割下的煤经刮板输送机运至转载机和带式输送机,液压支架紧随采煤机及时支护顶板,保障作业空间安全。这种工艺回采率高、效率高,适用于煤层厚度适中、地质条件相对稳定的缓倾斜煤层。例如在一些大型现代化矿井中,通过自动化控制系统,实现了采煤机的远程操控和液压支架的自动跟机移架,大大提高了生产安全性与效率。

(2) 倾斜煤层开采

依据煤层倾角与地质状况选择适配工艺。当倾角较大时,可能采用伪斜柔性掩护支架采煤法。先铺设掩护支架,使其沿煤层伪斜方向布置,工人在掩护支架下进行采煤作业,利用自重落煤并通过溜槽等运输。该工艺能有效控制顶板,降低事故风险,但对支架安装与管理要求较高。

(3) 极倾斜煤层开采

常运用仓储式采煤法等。在工作面自下而上开采,采落的煤暂时存储在采空区,待存储到一定量后再放出。

由于煤层倾角极大,开采难度高,需着重解决煤的滑落与人员安全防护问题,如设置特殊的挡煤装置和安全防护网等,同时加强通风管理以排除瓦斯积聚等隐患。

2.2.3 安全措施与风险防控

首先,针对瓦斯风险,需建立完善的瓦斯监测系统,实时监测瓦斯浓度,确保其处于安全范围。加强通风管理,采用合理的通风方式与足够功率的通风设备,保证井下空气流通,稀释并排出瓦斯。对于顶板事故防控,要严格按照设计要求进行顶板支护,定期检查支护设备的可靠性,及时更换损坏的支柱或支架。在防治水方面,详细勘察矿井水文地质条件,提前预测可能的涌水点,设置有效的排水系统,配备足够排水能力的水泵与排水管道,加强对矿工的安全培训,提高其安全意识与应急处理能力,定期组织安全演练,如火灾逃生、瓦斯爆炸应急处理等演练,使矿工熟悉应对各种突发危险状况的流程与方法,最大程度保障井下开采作业的安全^[2]。

2.3 特殊采矿技术

2.3.1 填充开采技术

填充开采技术是在煤炭采出后,用特定材料对采空区进行填充。其特点是能有效控制地表沉陷,保护地面建筑物和生态环境。适用条件较为广泛,尤其适用于“三下一上”(建筑物下、铁路下、水体下和承压含水层上)的煤层开采。填充材料有矸石、粉煤灰、膏体等多种选择。开采流程中,在回采过程同步或分步将填充材料输送至采空区并压实。技术要点在于合理确定填充材料的配比与输送参数,以保证填充效果与开采效率。该技术虽增加了一定成本,但在环保和资源可持续利用方面意义重大,减少了对土地资源的破坏,提高了矿井的安全性和资源回收率。

2.3.2 煤与瓦斯共存煤矿开采技术

煤与瓦斯共存煤矿开采技术主要针对高瓦斯煤层。其核心在于瓦斯的抽采与煤炭开采的协同进行。先通过钻孔预抽瓦斯降低煤层瓦斯含量与压力,为安全开采创造条件。开采过程中,采用通风稀释与局部瓦斯治理相结合的方式。适用条件为瓦斯含量高、透气性较好的煤层。开采流程需精准设计瓦斯抽采钻孔布局与开采顺序。技术要点包括瓦斯抽采设备的选型与运行管理,以及根据瓦斯涌出情况及时调整开采参数。该技术有效解决了瓦斯突出等安全隐患,实现了瓦斯资源的回收利用,提高了煤炭开采的安全性和经济效益,推动了煤炭与瓦斯资源的绿色共采。

2.3.3 煤炭地下气化技术

煤炭地下气化技术是一种新型采煤方式,通过在地

下煤层中注入气化剂,使煤炭在地下直接转化为可燃气体。其优势在于可开采深部煤层或劣质煤层,减少了煤炭开采、运输与加工环节。适用条件包括难以用常规方法开采的煤层。开采流程为首先在煤层中钻进气化通道,然后注入气化剂(如空气、氧气、水蒸气等),使煤炭发生热化学反应生成煤气,再将煤气抽出地面加以利用。技术要点在于气化通道的构建与气化剂的合理配置,以提高煤气的产量与质量。该技术降低了生产成本,提高了煤炭资源利用率,同时减少了地表环境破坏与污染物排放,为煤炭资源的清洁高效利用开辟了新途径。

3 煤矿井下采矿方法探讨

3.1 空场采矿法

空场采矿法是将矿块划分为矿房和矿柱,先采矿房,利用矿柱和围岩的支撑力维护采空区稳定,待矿房采完后,再根据情况回采矿柱。其优点在于采矿成本相对较低,生产效率较高,能适应多种矿体形状和地质条件。适用于矿石和围岩稳固性较好的矿体。在开采过程中,需合理确定矿房和矿柱的尺寸与形状,精准控制采场顶板管理和通风系统。然而,该方法存在后期矿柱回采困难、采空区处理复杂等问题,若矿柱设计或回采不当,可能导致采空区垮塌,引发安全事故和资源损失,因此对技术和管理要求较高。

3.2 充填采矿法

充填采矿法是在采出矿石后,用充填材料对采空区进行充填。充填材料有废石、尾砂、胶结材料等。其特点是能有效控制地压活动,减少地表沉陷,提高矿石回采率,尤其适用于“三下一上”开采。该方法适用于围岩不稳固或对地表变形要求严格的矿体。开采时,要根据矿体特征和充填材料性质确定充填工艺和参数,如充填体强度、充填速度等。但充填采矿法充填成本较高,充填系统建设和维护复杂,且充填作业会对采矿生产造成一定影响,需要合理安排生产计划与充填工序,以平衡成本与效益,确保采矿作业安全高效进行。

3.3 崩落采矿法

崩落采矿法是以崩落围岩来实现地压管理的采矿方

法。通过强制或自然崩落围岩,填充采空区,减少采场顶板压力。它适用于上盘围岩能自然崩落或经诱导后可崩落的矿体,一般矿石价值相对较低、围岩稳固性较差。开采流程包括切割工程、崩落矿石与围岩等环节。技术要点在于合理确定崩落范围与顺序,控制崩落速度,同时要做好底部结构的设计与维护,以保证出矿顺畅。该方法生产能力较大,但矿石贫化率较高,且对地表有一定影响,可能导致地表塌陷,所以在开采前需充分评估对周边环境和设施的影响,并采取相应的防护措施。

3.4 联合采矿法

联合采矿法是综合运用两种或多种采矿方法的技术。根据矿体不同部位的地质条件、矿石价值和开采要求,灵活选择不同采矿方法组合。例如在矿体上部采用空场采矿法,下部采用充填采矿法,或者在矿房采用空场法,矿柱采用充填法等。其优势在于能充分发挥各种采矿方法的优点,克服单一采矿方法的局限性,提高资源回收率 and 经济效益,适用于复杂多变的矿体。但联合采矿法对技术集成和管理协调要求极高,需要精准规划各采矿区域和方法切换点,确保各方法之间衔接顺畅,同时还要合理安排人员、设备和物资调配,以保障整个采矿作业有序高效运行^[1]。

结束语

随着科技的不断进步,煤矿井下采矿技术及采矿方法持续演变与革新。从传统的粗放式开采逐步迈向智能化、绿色化与高效化的新阶段。先进的井下开采工艺有效提升了煤炭资源的回采率,特殊采矿技术则兼顾了资源开发与环境保护的双重需求。合理运用各类采矿方法,能更好地应对复杂地质条件与安全挑战。

参考文献

- [1]侯本祥.煤矿井下生产技术及采矿方法的选择[J].黑龙江科技信息,2013.27; 47.
- [2]左勇强,辛云祥,路领.井下采矿技术及其方法浅谈[J].内蒙古煤炭经济,2019(9):33-34.
- [3]戴韶虎,陈战辉.煤矿井下采矿生产技术及采矿方法的选择策略研究[J].科技与创新,2014,(17):40+43.