

露天煤矿开采工艺与设备现状及发展趋势研究

赵鸣惊

湖南省祁阳市应急管理局应急救援指挥中心

摘要: 在现代社会生产力大幅度提升的背景下, 社会建设发展对煤炭资源的需求量不断增加。在此背景下, 煤矿开采工艺水平和机械化程度直接决定了露天煤炭资源开采质量和效益。鉴于此, 本文通过研究露天煤矿开采工艺与设备现状, 进一步展望开采工艺及设备发展趋势, 旨在提高露天煤矿开采工艺和设备的实用性, 为煤矿开采企业经济健康、持续发展提供强有力的支持。

关键词: 露天煤矿; 开采工艺; 机械设备; 现状; 发展趋势

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.03.081

现代社会经济及建设的持续发展, 需要矿产资源的稳定供应。而煤炭资源作为重要矿产资源的核心构成, 在社会经济快速发展背景下, 对煤炭资源需求量不断增加。但是, 露天煤矿开采受制于开采工艺和机械设备, 使得煤炭资源开采效率难以满足社会经济发展对煤炭资源的实际需求。为此, 在露天煤矿开采过程中, 应加强机械设备的大力使用, 且要科学合理使用开采工艺, 才能全面提高煤炭资源开采效率和质量。因此, 煤炭企业需要正确看待开采工艺和机械设备应用及发展现状, 积极根据露天煤矿开采实际需求, 有针对性地改进开采工艺和机械设备, 充分发挥开采工艺和机械设备应用的最大效能, 为煤炭企业发展创造可观的经济效益。鉴于此, 本文从现状、发展趋势两方面, 深入研究“露天煤矿开采工艺和设备”具有显著的价值意义。

一、露天煤矿开采工艺及设备现状

(一) 露天煤矿开采工艺现状

1. 传统露天煤矿开采工艺

在传统露天煤矿开采过程中, 往往是选用卡车、单斗挖掘机等设备, 且在工艺选择时, 往往是依据岩层性质进行选择, 岩层中上部采取卡车和单斗工艺; 而岩层下部由于岩石质地坚硬, 往往选用拉斗铲工艺^[1]。针对平缓矿床, 可以选用倒推法、纵运法、横运法三种工艺, 具体如下: 首先, 倒推法。开采人员选用机械铲、索斗铲等, 利用采掘带逐渐推进剥离物, 逐步推进到采矿面, 高台阶剥离中, 索斗铲的应用频次显然高于机械铲的应用频次, 原因在于机械铲由于自重较大, 一旦遇到高台阶剥离, 往往难以一次性推倒, 仍然需要索斗铲进行二次推倒作业。其次, 纵运法, 开采人员在实际开采中应用此方法, 选用带式输送机、单斗铲、轮斗机等设备, 将剥离物运输至采空区进行堆放, 但此方

式需要避开开帮, 具有适应性强、灵活性高等优势^[2]。最后, 横运法, 在剥离物运输过程中, 往往要借助排土桥、悬臂排土机等工具, 做到剥离物与工作线相互垂直, 同时要根据设备的规格, 科学确定剥离物之间的台阶差异, 才能保证开采效果达到理想的效果。除此之外, 在露天开采中遇到倾斜矿床, 应做好剥离物运输工作, 并且要在设置工作线的基础上, 严格控制开采深度, 才能保证开采效果及经济效益^[3]。

2. 现代露天煤矿开采工艺

现代露天煤矿开采工艺类型较多, 且具有不同的优缺点。因此, 在实际的露天煤矿开采过程中, 需要根据露天煤矿开采实际情况, 科学选用合适的开采工艺。因此, 相关人员全面了解开采工艺具有一定的必要性, 具体包括以下几类开采工艺:

(1) 高效爆破技术。当前, 在露天煤矿开采过程中, 爆破技术应用至关重要, 主要起到松动煤矿, 以便开采人员开采煤矿资源, 减少开采工作量的作用。在实践中, 开采人员可以选用抛掷爆破技术, 在岩石一体化破碎之后, 直接使用设备抛掷采空区, 推倒剩余物料, 以此完成采矿操作。

(2) 移动式破碎站开采技术。在露天煤矿开采过程中, 推广应用移动式破碎站开采技术, 具有显著的污染低、环保等优势, 有利于煤矿区域的生态环境的可持续发展。在实践中, 由于设备系统中携带反击破履带式及筛分式履带移动破碎站, 且大型设备中还有圆锥破履带装置, 使得露天煤矿开采不需要大量使用卡车, 可以减少生产成本投入的同时, 有利于减少污染, 实现露天煤矿开采经济效益和生态效益的协调增长目的^[4]。此外, 在露天煤矿开采过程中, 移动式破碎站开采技术具有较强的实用性, 可以在任何地形条件下, 结合煤矿实际情况进行技术组合的优化, 确保露天煤矿开采质量和效率^[5]。

(3) 大倾角带式输送半连续工艺。当前, 我国露天煤矿开采广泛采用半固定破碎站+卡车+单斗+带式运输的开采模式, 而大倾角带式输送半连续工艺应用在露天煤矿开采中, 是充分利用带式运输工艺的优势, 将设备设置在煤矿端, 并通过带式运输方式将开采的煤矿资源, 运输到坑口, 通过此方式, 可以大量减少卡车的使用, 既可以减少卡车占用空间, 又可以降低卡车燃油消耗, 具有良好的经济效益, 还可以减少环境污染^[6]。由此可见, 在露天煤矿开采过程中, 大倾角带式输送半连

续工艺具有较高的适用性，不仅极少受天气因素的干扰，还兼有连续工艺和间断工艺的特点，使得此工艺得以快速发展与广泛应用^[7]。

(4) 创新运输路线技术。在露天煤矿开采过程中，运输距离的缩减是成本控制、提高效益的重要举措。创新运输路线技术应用在露天煤矿开采中，具有显著的应用优势和价值。首先，内排土场搭桥技术，具体包含双桥、单桥、混合桥三种模式，以某露天煤矿开采为例，选择搭桥反向内排技术，在极短时间内完成中间桥的搭建工作，使得煤炭运输距离直接缩短了1500米，不仅减少了卡车运输成本，还直接解决了端帮运输压煤的问题，这样既可以提高生产效益，又可以减少安全隐患，具有良好效益。其次，采坑深部破碎站技术。在露天煤矿开采过程中，现场交通拥堵是影响开采效率和成本的关键因素。因此，在实践中，煤矿企业往往会采取有效措施进行规避交通问题。破碎站下坑技术应用是垂直布置胶带机，从北向南进行爬升，角度提升为10°，设置破碎站，将其放在中间桥的中央位置，以此起到缩减运输距离的作用，有效控制运输成本的目的^[8]。最后，无煤区留岛搭桥内排工艺，具体是结合无煤区的实际矿产构造情况，合理设置孤岛煤柱，实施内排运输搭桥，以此减少剥离运输成本，有效提高生产经济效益。

(5) 协调和转向开采技术。在露天煤矿开采过程中，协调和转向开采技术应用常见于大型单露天煤矿中，可以大幅度提高煤矿开采效率和安全性。在实践中，煤矿企业需要对相邻露天煤矿进行统一规划，有针对性地优化排土方案及运输方案，有效缩短运输距离及降低生产剥离比，以此控制生产成本，有效提高煤矿生产经济效益^[9]。

(二) 设备现状

设备是露天煤矿开采中不可缺少的一部分，其应用可以极大地提高煤矿开采效益。但是随着我国露天煤矿开采力度的增加，设备应用更加广泛，并暴露出一些问题，总结包括以下几点：

(1) 设备供应不足。当前，我国对煤矿资源的需求量呈现增加态势。为满足社会对煤矿资源的基本需求，煤矿企业积极加大煤矿开采力度，对煤矿设备的需求也随之增加。但是煤矿设备在我国应用时间较短，使得可以完成机械生产任务，且保证机械质量的生产厂家数量较少，难以满足快速膨胀的市场需求，进而使得我国煤矿企业的设备绝大部分处于超负荷运行状态中，不仅会增加露天煤矿开采工作的安全事故发生概率，还会对设备使用寿命产生负面影响^[10]。

(2) 缺乏较强的适应性。众所周知，我国幅员辽阔，地形地貌类型丰富，不同地区煤矿开采所要注意的

安全事项不同，这对煤矿设备使用而言，显然要注意不同的问题，以此保证煤矿设备安全运行，有效提高煤矿开采质量和效益。但是，我国自主研发的煤矿设备在适应性方面缺乏良好的表现，往往是单一适用于某种特定矿区的开采，显然，这种状况会直接影响露天煤矿开采效益，还会持续增加煤矿开采成本，不利于煤矿企业经济效益的持续增长。

(3) 智能化水平有待提高。与计算机技术相结合是现代各个行业、各项技术发展的必然趋势。对于煤矿设备而言，亦是如此。但是，从我国煤矿设备现状来看，可以发现我国煤矿设备在智能化研发方面，显然要远远落后于一些发达国家的技术手段，这使得我国煤矿设备在实际使用中，仍然以人工操控方式为主，且对操作人员具有较高的专业技术要求，还难以保证设备操控的安全性和准确性，不利于煤矿设备应有作用的充分发挥，直接影响露天煤矿开采效率和质量。

二、露天煤矿开采工艺及设备的发展趋势展望

(一) 开采工艺发展趋势

如前所述，随着露天煤矿需求量的增加，对开采工艺的要求也随之增加。因此，为满足未来露天煤矿开采的各项要求，开采工艺定然会向开采工艺连续化、矿山智能化、安全生产规范化等方向发展，具体如下：

(1) 开采工艺连续化。当前，在露天煤矿开采过程中，最具有代表性的全连续工艺是轮斗挖掘机+带式输送机+排土机工艺，具有开采效率高、成本支出低等显著优势，但是由于煤矿资源埋藏和实际地质条件的限制，使得连续工艺在实际应用中受到一系列的限制，难以发挥出显著的优势作用。半连续工艺在露天煤矿开采中的应用，可以适用于各类矿产埋藏条件，已经被推广应用开采实践中。当前，应用最为广泛的半连续工艺是单斗+卡车+半固定破碎站+胶带输送机系统，此工艺在露天煤矿开采中的应用，具有适应性强、成本低等显著优势，并且在单斗+移动破碎机+胶带输送工艺系统应用支持下，可以实现坑内破碎直接接入胶带机运输系统，并实现多台阶运行。除此之外，为适应我国不同条件下的露天煤矿开采需求，我国在开采工艺上进行优化组合，实现多种开采工艺综合应用体系，已经成为我国大型露天矿产开采的主流发展模式之一。如轮斗挖掘机+胶带输送机+排土机连续工艺，适用于煤矿上部是黄土的煤矿，具有良好的应用效果；吊斗铲倒堆+单斗电铲+卡车间断工艺，适用于岩土剥离的煤矿；而表土剥离，往往是选用轮斗挖掘机+胶带系统工艺，若表土是质地坚硬的岩石层，应考虑使用抛掷爆破技术+巨型吊斗铲倒堆工艺，且要结合使用以单斗电铲+卡车用于剩余硬岩，即可充分发挥各类工艺技术的优势作用，从而有利

于整体提高露天煤矿开采效率和质量，能够为煤矿企业获得良好的经济效益提供工艺技术支持。

(2) 建设智能矿山。在现代计算机技术快速发展的新时代，信息技术广泛应用在社会各个领域，在露天煤矿开采中，信息技术应用也十分广泛，从矿床勘探、地址模型建立、矿山生产管理、设备故障检测等方面来看，都可以发现计算机应用已经成为不可缺少的重要工具。因此，在露天煤矿开采过程中，煤矿企业应加强智能矿山建设，积极使用开采数字化和自动化模式，建立新的开采自动控制系统，以此全面提高露天煤矿开采的安全性、高效性和经济性。

(3) 优化薄煤层开采技术。当前，从部分特殊矿区的煤矿开采状况角度来看，可以发现煤矿薄煤层的开采工作难度颇大，需要不断提高煤矿开采作业的自动化水平，才能减少人工投入。相比采煤机而言，刨煤机在开采中应用展现出显著的自动化优势。尤其在现代科技发展应用支持下，煤矿开采技术将向自动化控制方向深入发展。此外，由于煤矿设备高要求和适用范围的限制，在矿井下的细煤层开采工作仍然存在较大的难度，要求相关技术研究持续深入研究薄煤层开采技术，才能满足新时期不同条件下露天煤矿开采需求，为煤矿企业获得良好的经济效益提供技术支持。

(二) 煤矿设备发展趋势

煤矿设备作为露天煤矿开采过程中不可缺少的工具，其作用是显而易见的。因此，为满足露天煤矿开采工作的实际需求，煤矿设备在研发上定然是智能化水平显著提高、设备功能更加多样化、设备利用率显著提高，具体如下：

(1) 煤矿设备智能化水平显著提高。煤矿机械设备智能化水平提高，直接说明了露天煤矿开采的自动化水平大幅度提高，满足当前露天煤矿开采实际需求。在煤矿设备未来发展中，智能化发展是主流趋势之一。为此，煤矿设备相关研究人员应在实际研发中，注重现代科学技术与煤矿设备的相结合，使用机械自动化操作替代人工操作，并要考虑煤矿设备应用的灵活性和适应性，不断缩减煤矿设备的体积、集成设备功能及操作步骤，以此有效提高煤矿设备应用价值，使得其在露天煤矿开采中具有更加良好的应用效果。

(2) 设备功能多样化。如前所述，我国煤矿设备在使用中，往往是局限于单一的特定环境中，原因在于设备功能相对单一，使得其缺乏较高的推广应用价值，且不利于煤矿开采效益的提高。不仅如此，由于煤矿设备功能单一，为满足露天煤矿开采工作实际需求，往往要大量使用各类机械设备，这无形中增加了设备管理工作难度，并且明显增加了煤矿设备操作难度。针对此类

问题，在煤矿设备未来发展过程中，可以通过煤矿设备功能集成方式有效解决此类问题，操作人员只要掌握一种或者多种设备操作方法即可，从而可以节约露天煤矿开采中所要消耗的人力、物力等资源，进而有利于提高煤矿企业经济效益。例如：煤电钻与凿岩机械、单体液压支柱与顶梁功能，都可以进行集成应用。

(3) 国产煤矿设备利用率显著提高。经历一段时间发展之后，我国已经具备一定的煤矿设备自主研发能力，但是从“高精尖”设备角度来看，我国仍然要依赖设备引进方式来满足市场实际需求。因此，在未来设备发展中，我国完全的煤矿设备利用率会显著提高。同时，在煤矿设备研发过程中，相关技术研究人员需要将我国煤矿工程特点作为重要参考因素之一进行考量，才能全面提高我国煤矿设备的适应性。

三、结语

综上所述，露天煤矿开采是满足我国社会经济发展中的一项至关重要的工作。在新时期，对露天煤矿开采工艺及设备应用提出了新的要求。因此，煤矿企业需要与时俱进地引进新的开采工艺和新设备，才能不断提高露天煤矿开采效率和质量，并保障煤矿开采过程中的安全性，以此推动煤矿行业经济健康持续发展，为国民经济和社会建设的可持续发展奠定良好的基础。

参考文献

- [1] 于建兵. 煤矿综合机械化采煤设备与工艺的应用分析[J]. 矿业装备, 2021(06): 160-161.
- [2] 谭华杰. 煤矿沿空掘巷开采工艺支护技术应用探讨[J]. 矿业装备, 2021(05): 54-55.
- [3] 杨帆. 煤矿综合机械化放顶煤开采工艺的实践应用[J]. 山东煤炭科技, 2021, 39(07): 148-150.
- [4] 韩太明. 阿帕尔塔克露天煤矿生产系统相关设备选型设计[J]. 露天采矿技术, 2021, 36(03): 84-86.
- [5] 韩太明. 带式输送机在乌兹别克斯坦安格连露天煤矿的应用[J]. 露天采矿技术, 2020, 35(06): 40-42+47.
- [6] 宋子岭, 赵东洋, 张宇航. 露天煤矿绿色开采工艺系统优化及工艺环节匹配模型[J]. 露天采矿技术, 2020, 35(05): 1-4.
- [7] 王平. 露天煤矿开采工艺与设备现状及发展趋势[J]. 矿业装备, 2020(03): 150-151.
- [8] 武福明. 巷道布置和采煤工艺在煤矿开采中的研究[J]. 石化技术, 2020, 27(04): 282+298.
- [9] 赵俊卿. 综采放顶煤开采工艺与安全技术研究[J]. 当代化工研究, 2019(16): 94-95.
- [10] 彭永峰. 煤矿采矿工程中的采矿工艺与技术分析[J]. 当代化工研究, 2018(11): 138-139.