

新技术在采掘作业中的应用

邓小勇

鄂尔多斯市华兴能源有限责任公司 内蒙古 鄂尔多斯 017100

摘要：本文探讨了新技术在采掘作业中的应用。在煤矿开采中，传统技术难以满足需求，技术创新成为可持续发展的根本途径。掘进智能化系统由自动化控制系统、传感器技术和人工智能技术组成，其运行包括系统启动、掘进过程控制和故障诊断处理，操作需专业培训、有图形化界面且可远程监控。此外，还介绍了煤矿开采的新技术新方法，如绿色开采新技术，包括保水开采、煤与瓦斯共采、矸石充填技术；大采高综放技术可提高资源回收率、降低成本和提高安全性；掘进地质透明技术通过智能钻探、长探长掘、随掘随探及模型驱动智能掘进，为煤矿智能化采掘提供保障。

关键词：采掘作业；新技术；自动化；数字化；智能化；绿色环保

引言

随着时代的发展，煤矿开采面临诸多挑战。传统煤炭开采技术已无法满足产业多元化需求，我国煤矿开采在技术方面存在安全生产工艺落后、人才匮乏等问题。为实现可持续发展，技术创新势在必行。新技术在采掘作业中的应用成为关注焦点。掘进智能化系统以及绿色开采新技术、大采高综放技术、掘进地质透明技术等为提高煤矿开采效率、安全性和环保性提供了新途径，对推动我国煤矿产业的发展具有重要意义。

1 煤矿开采的传统技术革新

我国煤矿开采的历史源远流长，在漫长的岁月中积累了丰富的经验。传统的煤炭开采技术主要有深井采煤技术、预横斜厚煤层采煤技术、硬顶板采煤技术以及缓侧斜薄煤层采煤技术。然而，随着时代的发展，这些传统技术已难以满足产业多元化的需求。如今，无论是中小企业还是大型矿业集团，都意识到了技术革新的重要性。中小企业以提升煤矿质量为目标，积极引进新技术，而大型矿业集团也纷纷进行技术改造，并且取得了显著成效。例如，我国已建立国内最大的矿井降温技术研究基地，致力于研究如何保障矿井生产温度适宜，降低矿难发生的风险。

当前，我国煤矿开采在技术方面仍存在诸多问题。首先，我国煤炭安全生产工艺相对落后，安全生产基础薄弱。从机械化程度来看，我国仅有45%，与西方发达国家的100%相比差距巨大。大多数煤矿，尤其是乡镇煤矿，存在生产效率低、装备差、生产水平低等典型特征。全国仍有大约200万矿工从事手工采煤。其次，煤炭安全人才匮乏，缺乏专业性人才使得煤炭安全生产过程中抵御事故灾害的能力较弱。为了实现煤矿开采的可持续发

展，技术创新是根本途径。我们应高度重视技术创新，加强安全生产科学技术的研究与应用。一方面，加快科技成果的转化速度，通过科技进步实现安全生产^[1]。例如，应用先进的安全生产技术，将瓦斯变害为宝，转化为可利用的能源。另一方面，围绕生产实际建立专业的煤矿安全应急救援中心，增强生产安全事故的抢险救援能力。在技术革新的过程中，我们可以借鉴国内外先进经验，结合我国煤矿的实际情况，不断探索适合我国的新技术、新方法。同时加大对技术研发的投入，培养更多的专业人才，提高整个行业的技术水平和创新能力。

2 掘进智能化的组成

2.1 自动化控制系统

自动化控制系统是掘进智能化的核心组成部分，它负责控制掘进设备的运行，实现掘进过程的自动化。自动化控制系统通常由控制器、传感器、执行器等组成。控制器是自动化控制系统的核心，它接收传感器采集的信息，根据预设的控制算法，发出控制指令，控制执行器的动作。传感器用于采集掘进设备的运行状态信息，如位置、速度、压力等。执行器则根据控制器的指令，执行相应的动作，如推进、旋转、切割等。

2.2 传感器技术

传感器技术是掘进智能化的关键技术之一，它为自动化控制系统提供了准确的运行状态信息。在掘进智能化中，常用的传感器有位置传感器、速度传感器、压力传感器、温度传感器等。位置传感器用于测量掘进设备的位置，速度传感器用于测量掘进设备的运行速度，压力传感器用于测量掘进设备的液压系统压力，温度传感器用于测量掘进设备的电机温度等。传感器技术的应用，提高了掘进设备的运行精度和可靠性，为实现掘进

智能化提供了技术支持。

2.3 人工智能技术

人工智能技术是掘进智能化的未来发展方向，它可以实现掘进过程的自主决策和优化控制。在掘进智能化中，人工智能技术主要应用于故障诊断、预测维护、优化控制等方面。例如，通过对掘进设备的运行状态数据进行分析，可以实现故障的早期诊断和预测，提高设备的可靠性和可用性。人工智能技术还可以根据掘进过程中的实际情况，自动调整控制参数，实现优化控制，提高采掘效率和质量。

3 掘进智能化系统的运行

3.1 系统启动

在启动掘进智能化系统之前，全面的系统检查与精准的参数设置是确保系统稳定运行的关键步骤。首先仔细检查设备的连接状态，包括掘进设备与控制系统之间的各类线缆连接是否牢固，确保数据传输和电力供应的稳定。对传感器的工作状态进行严格检查，确保各类传感器如位移传感器、压力传感器、温度传感器等能够准确地采集所需信息，并且信号传输正常。密切关注控制器的运行状态，检查其是否处于正常的工作模式，有无报错信息或异常情况。

在参数设置方面，合理设置掘进设备的运行参数至关重要。根据具体的工程需求和地质条件，精确设定推进速度、切割转速、进给量等参数，以实现最佳的掘进效果。控制算法的参数设置也不容忽视，通过优化调整比例、积分、微分等系数，使自动化控制系统能够更加精准地响应各种情况。此外，传感器的阈值设置要科学合理，以便在关键指标超出安全范围时能够及时触发报警或采取相应的控制措施。系统启动后，自动化控制系统按照预设程序，有条不紊地控制掘进设备开始掘进作业。

3.2 掘进过程控制

在掘进过程中，自动化控制系统借助传感器采集的实时信息，不断调整掘进设备的运行状态，以实现掘进过程的优化控制。当传感器检测到掘进设备的位置偏离预设轨迹时，控制系统会迅速做出反应。通过精确计算推进机构的推进方向和速度，自动调整使其回到正确的轨迹上。这不仅保证了掘进的准确性，还提高了施工的安全性。同时，控制系统会根据实际情况自动调整切割机构的切割速度和深度。

3.3 故障诊断与处理

掘进智能化系统在运行过程中可能会出现多种故障。传感器故障会影响系统对关键信息的获取，执行器故障会导致设备无法正常执行控制指令，控制器故障则

可能使整个系统陷入混乱。为保证系统正常运行，必须及时进行故障诊断和处理。通过对传感器采集的信息进行分析，可以判断故障的类型和位置。例如，如果某个传感器的输出值异常，结合其他相关传感器的信息，可以初步确定故障是否在该传感器或与其相关的部件上^[2]。故障处理要根据故障的类型和严重程度采取相应措施。对于轻微故障，可以发出警报，提醒操作人员进行检查和处理；对于严重故障，如关键部件损坏，应立即停机检修，及时更换故障部件，确保系统尽快恢复正常运行。

4 掘进智能化系统的操作

4.1 操作人员培训

掘进智能化系统的操作需要专业的技术人员进行，因此，在系统投入使用前，需要对操作人员进行培训。培训内容包括系统的组成、工作原理、操作方法、故障诊断与处理等方面。通过培训，使操作人员熟悉系统的操作流程和注意事项，提高操作人员的技术水平和操作能力。

4.2 系统操作界面

掘进智能化系统的操作界面通常采用图形化界面，方便操作人员进行操作和监控。操作界面上显示了掘进设备的运行状态信息、控制参数设置、故障报警等内容。操作人员可以通过操作界面，对掘进设备进行启动、停止、推进、旋转、切割等操作，同时可以对控制参数进行调整，实现对掘进过程的优化控制。

4.3 远程操作与监控

掘进智能化系统还可以实现远程操作与监控，方便管理人员对掘进过程进行实时监控和管理。远程操作与监控可以通过网络连接实现，管理人员可以在远程终端上对掘进设备进行操作和监控，同时可以查看掘进设备的运行状态信息、故障报警等内容。远程操作与监控的实现，提高了管理效率和安全性，为实现掘进智能化提供了技术支持。

5 煤矿开采的新技术新方法

5.1 绿色开采新技术

绿色开采是当前煤矿开采的重要发展方向。其核心在于减少对环境的破坏，实现煤炭资源的可持续开发。

(1) 保水开采技术：在煤炭开采过程中，不可避免地会对地下水资源造成影响。保水开采技术通过合理的开采布局和工艺，最大限度地减少对含水层的破坏，保护地下水资源。例如，采用充填开采法，在采空区填充矸石等材料，减少地面沉降，保护含水层结构^[3]。通过对矿井水的处理和回用，实现水资源的循环利用，降低对外部水资源的依赖。(2) 煤与瓦斯共采技术：瓦斯

是煤矿开采中的重大安全隐患，但同时也是一种清洁能源。煤与瓦斯共采技术通过对瓦斯的抽采和利用，既降低了瓦斯爆炸的风险，又实现了瓦斯资源的回收利用。采用地面钻井、井下钻孔等方式对瓦斯进行抽采，经过净化处理后可用于发电、供热等领域，提高了能源利用效率，减少了温室气体排放。（3）矸石充填技术：传统的煤矿开采会产生大量的矸石，占用土地资源，造成环境污染。矸石充填技术将矸石作为充填材料回填到采空区，既减少了矸石的排放，又降低了地面沉降的风险。充填后的采空区可以作为新的支撑结构，提高了矿井的稳定性，减少了巷道维护成本。

5.2 大采高综放技术

大采高综放技术是一种高效的采煤方法，适用于厚煤层开采。

该技术采用大采高液压支架，一次采全高，同时在支架后方进行放顶煤作业。与传统的分层开采相比，大采高综放技术具有以下优点：（1）提高资源回收率：大采高综放技术可以一次性开采较厚的煤层，减少了分层开采时的煤柱损失，提高了资源回收率。放顶煤作业可以将顶部的煤炭充分放出，进一步提高了煤炭产量。

（2）降低生产成本：大采高综放技术减少了巷道掘进量和设备搬迁次数，降低了生产成本。由于采用了大型设备，提高了生产效率，减少了人工劳动强度。（3）提高安全性：大采高液压支架具有良好的稳定性和支护能力，可以有效防止顶板事故的发生。放顶煤作业在支架后方进行，作业人员处于相对安全的位置，减少了安全风险。

5.3 掘进地质透明

煤矿智能化采掘旨在实现安全、高效、少人，这对传统地质探放水工作提出了挑战。在智能地质保障系统项目建设中，提出了“智能钻探、长探长掘、随掘随探”的技术途径，为掘进地质透明提供了有力支撑。

（1）智能钻探系统由电控、井下遥控、地面监控三大系统组成。钻进过程自动控制、钻进状态实时监测、自动装卸钻杆、故障智能诊断、远程数据传输和音视频远程交互等功能，有效提高了钻进施工效率，保障了施工安全，降低了工人劳动强度。井下遥控系统的人机交互操作模式可对钻机进行人工干预，地面监控系统则能实时监测钻机参数、显示施工现场并与井下通话。（2）长探

长掘是为适应掘锚一体机掘进场景而提出的技术。基于底板定向孔，利用定向钻孔进行孔中瞬变电磁勘探，实现掘进、探测平行作业。这种方式提高了工作效率，为煤矿智能化采掘提供了保障。（3）随掘随探采用智能物探技术，在迎头后方巷道侧帮提前安置地震传感器，利用掘进机截割煤壁产生的震动信号，接收地震波在遇到迎头前方断层、陷落柱、采空区等边界时产生的反射波，在地面进行动态化、智能化处理，实现采掘前方100m范围内地质构造的超前滚动、精细探测，满足了快速掘进对超前探测的精度和速度要求^[4]。

基于模型驱动的智能掘进。首先，融合已掘巷道揭露、控制的煤层信息，开展地震动态解释，构建掘进前方煤层顶底板的动态地质模型；其次，结合随掘随探成果，优化掘进前方的地质模型；然后，搭建掘进地质透明模块，输出掘进巷道预想地质剖面，构建基于地质数据—工程数据—掘进状态三位一体的集成信息，为掘进轨迹优化设计提供地质依据。最后，以底板定向长钻孔和孔中物探成果为依据，实现了掘进前方水害隐患的预测预报。

结束语

新技术在采掘作业中的应用为煤矿开采带来了新的机遇和变革。掘进智能化系统提高了掘进作业的精度、可靠性和效率，降低了劳动强度和安全风险。绿色开采新技术实现了煤炭资源的可持续开发，减少了对环境的破坏。大采高综放技术提高了资源回收率和生产效率，降低了生产成本。掘进地质透明技术为煤矿智能化采掘提供了有力保障。未来，应继续加大对技术研发的投入，培养专业人才，不断探索和应用新技术，推动我国煤矿产业向更加安全、高效、环保的方向发展。

参考文献

- [1]李发泉,王小峰,张晓健等.煤矿智能快掘关键技术与工程实践[J].煤炭科学技术,2020,48(06):117-125.
- [2]王桂林.我国煤矿智能化开采技术的最新发展[J].矿业装备,2020(03):102-103.
- [3]王志平.基于机械自动化技术在采煤中的应用实践研究[J].矿业装备,2020(03):102-103.
- [4]史超.采煤新技术在采掘作业中的应用[J].当代化工研究.2021(03):97-100.