

煤矿采煤技术的发展与采煤自动化技术的应用

时帅帅 邱玉东

平煤神马股份六矿生产调度部 河南 平顶山 467091

摘要：本文详细阐述了煤矿采煤技术的发展历程，从早期传统采煤方式到现代综合机械化采煤，再到智能化采煤的演进过程。深入探讨了采煤自动化技术在煤矿生产各个环节的应用，包括采煤机自动化、液压支架自动化、运输系统自动化等。分析了采煤自动化技术带来的提高生产效率、增强安全性、提升资源回收率等显著优势，同时也指出了技术应用过程中面临的技术成本、人才短缺、地质条件适应性等挑战，并提出了相应的解决策略。最后对煤矿采煤技术与自动化技术的未来发展趋势进行了展望，旨在为煤矿行业的可持续发展提供理论参考。

关键词：煤矿采煤技术；采煤自动化技术；发展历程；应用优势；挑战与策略

1 引言

煤炭作为我国重要的基础能源，在能源结构中占据着主导地位，长期以来为国家的经济发展和社会稳定提供了坚实的能源保障。煤矿采煤技术作为煤炭开采的核心环节，其发展水平直接关系到煤炭生产的效率、质量和安全。随着科技的不断进步，采煤技术经历了从传统人工开采到机械化开采，再到自动化、智能化开采的重大变革。采煤自动化技术的应用，不仅极大地提高了煤矿的生产效率和经济效益，还在改善作业环境、保障矿工生命安全等方面发挥了至关重要的作用。深入研究煤矿采煤技术的发展历程以及采煤自动化技术的应用，对于推动煤矿行业的转型升级、实现可持续发展具有重要的现实意义。

2 煤矿采煤技术的发展历程

2.1 早期传统采煤方式

在煤炭开采的早期，主要采用人工开采的方式。这种采煤方式工具简单，主要依靠镐、铲等简单工具进行挖掘，生产效率极为低下。矿工们需要在恶劣的井下环境中，长时间进行高强度的体力劳动，不仅劳动强度大，而且安全风险极高。由于缺乏有效的通风、排水等设备，井下事故频繁发生，如瓦斯爆炸、透水等，给矿工的生命安全带来了严重威胁。同时，传统采煤方式的资源回收率也很低，大量煤炭资源在开采过程中被浪费，造成了资源的极大损失。

2.2 综合机械化采煤技术的发展

20世纪中叶以来，随着工业技术的飞速发展，综合机械化采煤技术逐渐兴起并得到广泛应用。综合机械化采煤是指采煤工作面的破煤、装煤、运煤、支护以及顶板管理等主要工序全部实现机械化作业。这一时期，采煤机、刮板输送机和液压支架等关键设备的不断改进和

完善，使得采煤效率得到了大幅提升^[1]。采煤机从早期的链牵引发展到电牵引，功率不断增大，截割能力显著增强；刮板输送机的运输能力也不断提高，能够满足高产高效采煤工作面的需求；液压支架的支护性能和可靠性得到了极大改善，为工作面的安全生产提供了有力保障。综合机械化采煤技术的应用，使煤矿生产实现了从人工到机械化的重大转变，大大提高了煤炭生产的规模和效益。

2.3 智能化采煤技术的初步探索

进入21世纪，随着信息技术、自动化技术、人工智能等前沿技术的快速发展，智能化采煤技术开始成为煤矿行业的研究热点和发展方向。智能化采煤技术是在综合机械化采煤的基础上，融合了传感器技术、计算机技术、通信技术、自动控制技术等多种先进技术，实现对采煤工作面设备的实时监测、智能控制和自主运行。通过建立智能化采煤系统，可以实现采煤过程的自动化、信息化和可视化，进一步提高采煤效率、降低劳动强度、保障生产安全。目前，我国一些大型煤矿已经开展了智能化采煤技术的试点和应用，取得了初步成效，但整体上仍处于探索和发展阶段。

3 采煤自动化技术在煤矿生产中的应用

3.1 采煤机自动化技术

采煤机是综合机械化采煤的核心设备之一，其自动化程度直接影响着采煤效率和质量。采煤机自动化技术主要包括自动调高、自动牵引、记忆截割等功能。自动调高系统通过安装在采煤机上的传感器实时监测煤层厚度变化，并将数据传输给控制系统，控制系统根据预设的程序自动调整采煤机滚筒的高度，使采煤机始终沿着煤层顶底板进行截割，提高了截割精度和资源回收率。自动牵引系统可以根据工作面的地质条件和采煤要求，

自动调整采煤机的牵引速度和方向，实现采煤机的稳定运行。记忆截割功能则是采煤机在正常截割过程中，记录下滚筒的高度、牵引速度等参数，在下一次截割时，采煤机可以按照记录的参数自动进行截割，减少了人工干预，提高了采煤效率。

3.2 液压支架自动化技术

液压支架是用于支护采煤工作面顶板的重要设备，其自动化技术对于保障工作面的安全生产至关重要。液压支架自动化技术主要包括电液控制系统、自动跟机移架等功能。电液控制系统通过计算机控制技术，实现了对液压支架的远程集中控制和自动化操作^[2]。操作人员可以在控制中心通过监控屏幕实时观察液压支架的工作状态，并对支架进行升降、移架、推溜等操作，大大提高了操作的安全性和便捷性。自动跟机移架功能是指液压支架能够根据采煤机的运行位置和速度，自动跟随采煤机进行移架和支护，保持工作面顶板的有效支护，减少了人工移架的工作量和时间，提高了工作效率。

3.3 运输系统自动化技术

煤矿运输系统承担着将采出的煤炭从工作面运输到地面的重要任务，其自动化程度直接影响着煤炭的运输效率和可靠性。运输系统自动化技术主要包括刮板输送机、带式输送机的自动化控制和监测。通过安装传感器和控制器，实现对刮板输送机和带式输送机的启动、停止、调速等自动化控制，根据煤炭的运输量自动调整输送机的运行速度，提高运输效率。同时，利用监测系统实时监测输送机的运行状态，如温度、压力、速度等参数，及时发现设备故障并进行预警，减少设备停机时间，保障运输系统的稳定运行。

3.4 供电、通风、排水等辅助系统自动化技术

除了采煤、支护和运输等主要生产环节的自动化，煤矿的供电、通风、排水等辅助系统也逐步实现了自动化。供电系统自动化通过采用智能配电装置和监控系统，实现对煤矿供电设备的实时监测和远程控制，提高供电的可靠性和安全性。通风系统自动化利用通风机变频调速技术和风量监测装置，根据井下实际需求自动调节通风机的运行频率和风量，实现通风的智能化管理，改善井下作业环境。排水系统自动化则通过安装水位传感器和自动排水泵，实时监测井下水位变化，当水位达到设定值时，自动启动排水泵进行排水，确保井下安全生产。

4 采煤自动化技术应用的显著优势

4.1 提高生产效率

采煤自动化实现工作面设备协同与自动化运行，减

少人工操作和设备停机时间，提升开采速度。如采煤机记忆截割功能，减少调整滚筒高度时间；液压支架自动跟机移架，保障采煤机连续运行，提高工作面效率。

4.2 增强安全性

煤矿环境复杂，隐患多。采煤自动化减少井下作业人数，降低人员在高风险区域暴露时间。远程监控和自动化控制让操作人员在地面操作设备，自动化监测系统实时监测井下环境与设备，异常时及时预警，保障矿工安全。

4.3 提升资源回收率

自动调高系统依煤层厚度实时调整采煤机滚筒高度，精准截割，减少煤炭损失。自动化技术还能优化工作面布局、精确控制开采工艺，避免过度开采，提高资源利用率，实现可持续开发。

4.4 降低劳动强度

传统煤矿生产矿工劳动强度大、环境艰苦。采煤自动化让矿工从繁重体力劳动中解脱，主要进行设备监控维护，降低劳动强度，改善工作条件，利于矿工健康，提高工作积极性与效率。

5 采煤自动化技术应用面临的挑战与解决策略

5.1 技术成本较高

采煤自动化技术涉及到多种先进技术和设备的集成应用，如传感器技术、计算机技术、通信技术等，这些技术和设备的研发、采购和安装成本较高，对于一些中小型煤矿来说，难以承担高额的技术改造费用，限制了采煤自动化技术的广泛应用。政府可以出台相关政策，对采用采煤自动化技术的煤矿企业给予财政补贴和税收优惠，鼓励企业进行技术改造和升级。同时，煤矿企业可以加强与科研机构、高校的合作，共同开展技术研发和创新，降低技术成本。此外，还可以通过规模化应用和集中采购等方式，降低设备和技术的采购成本。

5.2 专业技术人才短缺

采煤自动化技术的应用需要既懂煤炭开采技术又掌握自动化技术的复合型人才，然而目前这类专业人才相对短缺，无法满足煤矿行业快速发展的需求。一方面，高校相关专业的人才培养模式与实际需求存在一定差距，培养出的学生缺乏实践经验和动手能力；另一方面，煤矿企业对专业技术人才的吸引力不足，导致人才流失严重。高校应调整和优化相关专业的人才培养方案，加强实践教学环节，与煤矿企业建立实习基地和产学研合作平台，培养学生的实践能力和创新精神，提高人才培养质量。煤矿企业应加强内部人才培养，通过开展培训、技术交流等活动，提升现有员工的技术水平。

同时,提高专业技术人才的待遇和福利,改善工作环境,增强企业对人才的吸引力,减少人才流失。

5.3 地质条件适应性差

我国煤矿地质条件复杂多样,不同地区、不同矿井的地质条件差异较大,采煤自动化技术在应用过程中面临着对地质条件适应性差的挑战。例如,在一些地质构造复杂、煤层厚度变化大的矿井,自动化设备的运行可能会受到限制,影响自动化技术的效果。加强对煤矿地质条件的勘探和研究,建立详细的地质模型,为自动化技术的设计和应用提供准确的地质数据支持^[3]。同时,加大对适用于复杂地质条件自动化设备的研发力度,提高设备的适应性和可靠性。在技术应用过程中,根据实际地质条件对自动化系统进行优化和调整,确保其正常运行。

5.4 技术标准和规范不完善

目前,我国采煤自动化技术尚处于发展阶段,相关的技术标准和规范还不够完善,导致不同企业和不同设备之间的兼容性和互操作性较差,给技术的推广应用带来了一定困难。政府相关部门应加快制定和完善采煤自动化技术的标准和规范,明确技术要求、设备性能指标、安全规范等内容,为技术的研发、应用和管理提供统一的标准依据。同时,加强对标准规范的宣传和培训,提高企业对标准的认识和执行能力,促进采煤自动化技术的规范化发展。

6 煤矿采煤技术与自动化技术的未来发展趋势

6.1 高度智能化

未来,煤矿采煤技术将朝着高度智能化的方向发展。通过进一步融合人工智能、大数据、物联网等前沿技术,实现采煤工作面设备的自主感知、自主决策和自主运行。智能化采煤系统将能够根据煤层地质条件、设备运行状态等实时信息,自动调整采煤工艺和设备参数,实现最优化的采煤作业。同时,利用虚拟现实(VR)和增强现实(AR)技术,实现对井下作业的远程监控和虚拟操作,为矿工提供更加直观、便捷的操作界面,进一步提高生产效率和安全性。

6.2 绿色开采

随着环保意识的不断增强,绿色开采将成为煤矿行业发展的重要趋势。采煤自动化技术将与绿色开采理念深度融合,通过优化开采工艺、减少矸石排放、降低水资源消耗等措施,实现对煤炭资源的清洁、高效开发利用。例如,采用保水开采技术,在开采过程中减少对地下水的破坏,保护水资源;利用矸石充填技术,将矸石

回填到采空区,减少矸石山占地面积,同时防止地表塌陷,实现煤矿的可持续发展。

6.3 集成化与协同化

未来煤矿采煤系统将更加注重各子系统之间的集成化与协同化发展。通过建立统一的信息化平台,将采煤、支护、运输、供电、通风、排水等各个子系统的数据进行集成和共享,实现各系统之间的协同控制和优化调度^[4]。例如,当采煤机截割速度发生变化时,运输系统能够自动调整运输速度,确保煤炭的及时运输;通风系统能够根据工作面的人员和设备分布情况,自动调节风量,提供良好的作业环境。集成化与协同化的发展将进一步提高煤矿生产的整体效率和可靠性。

6.4 远程运维与服务

随着通信技术的不断发展,远程运维与服务将成为煤矿采煤自动化技术的重要发展方向。通过建立远程监控中心,利用高速网络将井下设备的运行数据实时传输到地面,实现对设备的远程监测、诊断和维护。专家可以在远程监控中心对设备故障进行分析和判断,并提供解决方案,指导现场维修人员进行维修,减少设备停机时间,提高设备利用率。同时,远程运维服务还可以实现对煤矿生产的远程管理和调度,提高煤矿企业的管理水平和决策效率。

结语

煤矿采煤技术的发展历程彰显科技对煤炭行业的巨大推动,从人工采煤到综合机械化,再到智能化探索,每次变革都提升效率、改善安全、提高资源利用率。采煤自动化技术作为现代煤矿生产核心技术,在多环节广泛应用,优势显著。但其应用也面临成本高、人才短缺等挑战,可通过政策支持、合作研发等策略应对。展望未来,采煤与自动化技术将向智能化、绿色开采等方向发展,煤矿企业应关注趋势、加大投入,顺应潮流,实现可持续发展,为国家能源安全和经济社会发展贡献力量。

参考文献

- [1]许志强,陈加喜.煤矿采煤技术的发展与采煤自动化技术研究[J].自动化应用,2025,66(S1):290-292.
- [2]梁旭.自动化技术在煤矿采煤中的应用[J].能源与节能,2024,(10):251-254.
- [3]刘亚荣.刍议煤矿采煤技术的发展与采煤自动化技术[J].西部探矿工程,2024,36(07):119-121+124.
- [4]郭亚利.煤矿采煤技术的发展与采煤自动化技术探讨[J].西部探矿工程,2024,36(07):125-127+132.