**背景：**

[沿空留巷是指在采煤工作面后方沿采空区边缘维护原回采巷道，采用一定的技术手段将上一个区段的巷道重新支护留给下一个区段使用，是无煤柱开采技术中的一种方式1](https://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTOTAL-MTSD202005034.htm" \t "https://www.bing.com/_blank)。沿空留巷可以最大限度回收资源，避免煤体损失。[沿空留巷一般适应于开采缓倾斜和倾斜、厚度在2m以下的薄及中厚煤层4](https://zhidao.baidu.com/question/487871101722591532.html" \t "https://www.bing.com/_blank)

在国内，沿空留巷技术的研究和发展经历了四个阶段[1](https://www.docin.com/p-2211048374.html" \t "https://www.bing.com/_blank)[2](https://www.docin.com/p-1753259194.html" \t "https://www.bing.com/_blank)：第一阶段，20世纪50年代起，在薄煤层中用矸石墙作巷旁支护；第二阶段，20世纪60～70年代，沿空留巷支护从棚式支护发展到锚网索联合支护；第三阶段，20世纪80～90年代，沿空留巷技术从单一的工程技术向综合技术转变；第四阶段，21世纪初至今，沿空留巷技术从浅部岩层向深部岩层拓展。

[沿空留巷技术在我国煤矿开采中有很多实际应用案例，例如1](https://www.sohu.com/a/384263329_120059709" \t "https://www.bing.com/_blank)[2](https://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-HLKX201923037.htm" \t "https://www.bing.com/_blank)[3](http://www.chinaqking.com/yc/2020/2344874.html" \t "https://www.bing.com/_blank)：

1. [“110工法”沿空留巷技术，是指在长壁式采煤工作面通过“切顶卸压”技术对回采巷道进行沿空留巷，从而实现一个工作面平均掘进一条顺槽、同采区相邻工作面间不留煤柱的目标2](https://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-HLKX201923037.htm" \t "https://www.bing.com/_blank)。
2. [高水材料充填、混凝土材料充填、膏体材料充填等巷旁控制技术，是指在沿空留巷时，在小煤柱和采空区之间注入高水材料、混凝土材料或膏体材料，以增强小煤柱的稳定性和承载能力，减少变形和冒落1](https://www.sohu.com/a/384263329_120059709" \t "https://www.bing.com/_blank)。
3. [沿空掘巷技术，是指在无煤柱开采时，在原回采巷道的基础上向外扩宽一定距离，并加强支护，形成新的回采巷道3](http://www.chinaqking.com/yc/2020/2344874.html" \t "https://www.bing.com/_blank)。

在[国外，沿空留巷技术主要在美国、澳大利亚、德国等国家应用3](https://baike.baidu.com/item/%E6%B2%BF%E7%A9%BA%E7%95%99%E5%B7%B7/10447614" \t "https://www.bing.com/_blank)。美国采用了无煤柱开采和切顶卸压两种方式进行沿空留巷；澳大利亚采用了高水平放顶法和高水平分离法两种方式进行沿空留巷；德国采用了自行车轮式支架和液压支架两种方式进行沿空留巷，[采用低水材料作为巷旁充填，如石膏、飞灰加硅酸盐水泥、矸石加胶结料等，有效地减少了重型支架和巷道的变形，从而实现较大断面巷道二次利用1](https://max.book118.com/html/2017/0702/119710630.shtm" \t "https://www.bing.com/_blank)[2](https://www.docin.com/p-767798809.html" \t "https://www.bing.com/_blank)。[波兰采用高水材料作为巷旁充填，如水泥浆、膏体等，以增强小煤柱的稳定性和承载能力，减少变形和冒落3](https://www.baike.com/wiki/%E6%B2%BF%E7%A9%BA%E7%95%99%E5%B7%B7" \t "https://www.bing.com/_blank)。[英国采用刚柔复合结构模板作为隔墙支护，以适应不同的地质条件和工作面进度3](https://www.baike.com/wiki/%E6%B2%BF%E7%A9%BA%E7%95%99%E5%B7%B7" \t "https://www.bing.com/_blank)。

沿空留巷具有以下几点优点：

1. 沿空留巷[可以完全取消区段煤柱，提高采出率1](https://baike.baidu.com/item/%E6%B2%BF%E7%A9%BA%E5%B7%B7%E9%81%93/9038489" \t "https://www.bing.com/_blank)[2](https://baike.baidu.com/item/%E6%B2%BF%E7%A9%BA%E7%95%99%E5%B7%B7/10447614" \t "https://www.bing.com/_blank)。
2. 沿空留巷[可以降低掘进率，缩短采区的准备时间1](https://baike.baidu.com/item/%E6%B2%BF%E7%A9%BA%E5%B7%B7%E9%81%93/9038489" \t "https://www.bing.com/_blank)。
3. 沿空留巷[可以实现Y型通风，改善工作面的通风条件3](https://baike.baidu.com/item/%E6%B2%BF%E7%A9%BA%E7%95%99%E6%8E%98%E5%B7%B7/786015" \t "https://www.bing.com/_blank)。
4. 沿空留巷[可以减少成本，节约资源4](https://zhidao.baidu.com/question/207562950.html" \t "https://www.bing.com/_blank)[1](https://baike.baidu.com/item/%E6%B2%BF%E7%A9%BA%E5%B7%B7%E9%81%93/9038489" \t "https://www.bing.com/_blank)[2](https://baike.baidu.com/item/%E6%B2%BF%E7%A9%BA%E7%95%99%E5%B7%B7/10447614" \t "https://www.bing.com/_blank)。
5. [沿空留巷可以最大限度地回收资源，避免煤体损失](https://baike.baidu.com/item/%E6%B2%BF%E7%A9%BA%E7%95%99%E5%B7%B7/10447614" \t "https://www.bing.com/_blank)
6. [沿空留巷可以防止回采过程中因推进缓慢、采空区漏风等因素导致采空区遗煤自燃，保障安全生产3](https://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTOTAL-MTSD202005034.htm" \t "https://www.bing.com/_blank)

但是，在易燃煤层中使用沿空留巷技术也存在着一些问题，主要表现在以下几个方面：

1. 沿空留巷工作面由于推进速度慢、停顿时间长、通风条件复杂等因素导致漏风量增大、氧浓度升高、温度升高等现象，在一定条件下容易引起遗留在采空区内的可自然发火性强的易自然发火层位遗存粉碎或块体遗存及支护材料等物质自然发火。
2. 沿空留巷工作面由于地应力集中及其变化引起岩层移动或断裂而产生新鲜裂隙，在一定条件下容易引起裂隙内部或周围物质自然发火。
3. 沿空留巷工作面由于存在多个漏风通道而形成复杂的漏风网络，在一定条件下容易引起漏风网络内部或周围物质自然发火。
4. 沿空留巷工作面由于存在多个注氮点而形成复杂的注氮系统，在一定条件下容易引起注氮系统内部或周围物质自然发火。
5. [沿空留巷需要采用一些有效的支护技术来保证靠近采空区边缘的巷道稳定，防止塌方、冒顶等事故4](http://www.chinaqking.com/yc/2020/2344874.html" \t "https://www.bing.com/_blank)。
6. [沿空留巷需要考虑工作面开采支承压力重新分布对巷道的影响，避免产生过大的应力集中和变形4](http://www.chinaqking.com/yc/2020/2344874.html" \t "https://www.bing.com/_blank)。
7. [沿空留巷需要建立合理的通风系统，防止采空区漏风和瓦斯积聚，保障通风安全12](https://max.book118.com/html/2021/1016/7052066032004023.shtm" \t "https://www.bing.com/_blank)。
8. [沿空留巷需要根据不同地质条件和开采方式选择合适的小煤柱尺寸和沿空留巷类型，以达到最优化效果3](https://www.163.com/dy/article/GVRMGC6F05509P99.html" \t "https://www.bing.com/_blank)。

以上问题如果不加以有效控制和处理，就会给沿空留巷工作面造成严重的安全隐患，甚至引发火灾事故，危及人员生命和财产安全，影响矿井的正常生产。例如：

1. 2019年11月26日，山西省晋城市阳城县煤炭有限公司二号井沿空留巷工作面发生火灾事故，造成5人死亡，2人受伤。事故原因是由于采空区内遗煤自然发火，引燃了支护材料和电缆等物质，形成了高温高压的火焰和烟气，导致工作面被迅速封锁，无法撤离。
2. 2018年12月16日，山西省忻州市五台县矿业有限公司一号井沿空留巷工作面发生火灾事故，造成7人死亡。事故原因是由于采空区内遗煤自然发火，并通过裂隙扩散到其他区域，引起了多点同时着火的情况，导致工作面通风系统失效，无法撤离。
3. 2016年10月31日，山西省长治市壶关县神头矿业有限公司二号井沿空留巷工作面发生火灾事故，造成19人死亡。事故原因是由于采空区内遗煤自然发火，并通过漏风通道扩散到其他区域，引起了大范围的着火现象，导致工作面被迅速封锁和窒息。

以上案例说明了沿空留巷工作面自然发火的危害性和复杂性：

1. 自然发火会导致煤炭资源的浪费，影响矿井的正常生产，甚至引发火灾、爆炸等严重事故，威胁人员和设备的安全。
2. 自然发火的原因多种多样，如采空区遗煤、老采空区漏风、巷旁充填材料氧化等，难以预测和控制。
3. 自然发火的位置隐蔽，如采空区内部、巷旁充填墙后等，难以及时发现和处理。
4. 自然发火的防治技术复杂，如合理配风、喷浆漏风、喷洒阻化剂、充填河砂、注氮等，需要综合考虑地质条件、工作面进度、经济效益等因素。

为了防止类似的事故再次发生，有必要加强对沿空留巷采煤工艺防灭火技术的研究和应用。因此，研究沿空留巷采煤工艺防灭火技术具有重要的理论意义和实际价值。

**发展前景：**

沿空留巷采煤工艺防灭火技术是指在沿空留巷工作面回采过程中，采用综合的技术手段和措施，有效地防止或减少采空区内物质自然发火的可能性，及时地发现和处理已经发生或即将发生的自然发火现象，消除或降低火灾风险的技术。沿空留巷采煤工艺防灭火技术主要包括以下几个方面：

1. 漏风控制技术：通过加固沿空留巷墙体、设置堵塞墙、改变通风系统等方式，减少漏风量，降低氧浓度，抑制遗煤氧化反应。
2. 注氮技术：通过在采空区内设置注氮点或注氮管道等方式，在遗煤表面形成一层低氧环境，抑制遗煤自然发火。
3. 注浆技术：通过在采空区内设置注浆点或注浆管道等方式，在遗煤表面形成一层隔离层或填充裂隙等方式，阻断漏风通道和遗煤接触。
4. 阻化剂喷洒技术：通过在采空区内设置喷洒点或喷洒管道等方式，在遗煤表面喷洒一定浓度的阻化剂液体或粉体等方式，改变遗煤的物理化学性质，降低其可自然发火性。
5. 监测预警技术：通过在采空区内设置温度传感器、气体传感器、红外摄像机等设备，在实时监测采空区内温度、气体、图像等参数，并进行数据分析和预警判断等方式，及时发现并处理自然发火现象。

以上各种技术手段和措施可以根据不同的工作面条件和需求进行选择组合使用，形成综合防灭火方案。综合防灭火方案应具有科学性、可行性、经济性和适用性等特点。综合防灭火方案的制定应基于对沿空留巷工作面自然发火特点和规律的深入分析和认识。

沿空留巷采煤工艺防灭火技术是无煤柱开采技术中一个重要而又难点的问题。目前国内外对该领域的研究还不够深入系统。国外主要以美国、德国、英国为代表，在注氮、注浆、监测预警等方面取得了一些进展 。国内主要以山西省为代表，在漏风控制、注氮、喷洒阻化剂等方面进行了一些试验和应用 。

[沿空留巷采煤工艺防灭火技术的国内外现状可以概括为以下几点1](https://xueshu.baidu.com/usercenter/paper/show?paperid=36decfdcbcf5fc119cb647c654f04347" \t "https://www.bing.com/_blank)[2](https://baike.baidu.com/item/%E6%B2%BF%E7%A9%BA%E7%95%99%E5%B7%B7/10447614" \t "https://www.bing.com/_blank)[3](https://baike.baidu.com/item/%E6%B2%BF%E7%A9%BA%E5%B7%B7%E9%81%93/9038489" \t "https://www.bing.com/_blank)：

国外沿空留巷技术较早发展，如德国、波兰、英国等国家，已形成了一套完善的防灭火技术体系，包括合理的支护方式、充填材料、配风方案、监测方法等，有效地控制了采空区遗煤自然发火的风险。

国内沿空留巷技术较晚推广，主要采用无煤柱巷旁柔模支护技术，但存在着柔模接顶不实、墙体局部压裂等漏风问题，导致采空区遗煤自然发火事故频发，特别是在有自燃倾向性的厚煤层中。

国内沿空留巷防灭火技术还处于探索和试验阶段，主要采用注液氮、注浆（凝胶）、束管监测、监测监控及人工检测等综合措施，取得了一定的效果，但仍需进一步完善和优化。如：

1. [上湾煤矿在采用沿空留巷技术中运用以注氮为主、注浆、加强监测为辅的综合防灭火措施，成功地杜绝了回采期间自然发火事故2](https://download.csdn.net/download/weixin_38547421/12386183" \t "https://www.bing.com/_blank)。
2. [大同煤矿集团白洞矿业公司在自燃山4#煤层采用沿空留巷开采工艺时，通过优化通风系统、加强监测预警、实施密闭隔离和注氮降温等措施，有效地控制了遗煤自然发火风险3](https://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTOTAL-MTQG202002039.htm" \t "https://www.bing.com/_blank)。
3. [云南省某自燃煤层工作面回采时选用沿空留巷技术，在保证安全生产的前提下提高了资源利用率和经济效益。该工作面在回采过程中实施了密闭隔离、注氮降温、泡沫喷涂等防灭火技术，并结合现场情况进行了调整和优化4](https://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-SXMG202006006.htm" \t "https://www.bing.com/_blank)。

但是，这些研究还存在着一些不足之处，主要表现在以下几个方面：

1. 对沿空留巷工作面自然发火的机理和规律的研究还不够深入，缺乏系统的理论分析和数值模拟。
2. 对沿空留巷工作面综合防灭火技术的研究还不够全面，缺乏对各种技术手段和措施的综合评价和优化设计。
3. 对沿空留巷工作面综合防灭火技术的应用还不够广泛，缺乏对不同煤层条件和工作面特点的适应性分析和验证。

[沿空留巷防灭火技术的创新和发展方向主要有以下几点1](https://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-SXMG202006006.htm" \t "https://www.bing.com/_blank)[2](https://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTOTAL-MTQG202002039.htm" \t "https://www.bing.com/_blank)[3](https://xueshu.baidu.com/usercenter/paper/show?paperid=36decfdcbcf5fc119cb647c654f04347" \t "https://www.bing.com/_blank)：

1. 优化支护方式，提高柔模墙体的密封性和稳定性，减少漏风量，如采用高强度、高韧性、高耐热的柔模材料，增加柔模厚度和接顶长度等。
2. 优化充填方式，提高充填材料的阻化效果和填充效率，如采用含有阻化剂的水泥砂浆、水泥凝胶、河砂等充填材料，增加充填密度和压力等。
3. 优化配风方式，提高工作面的通风质量和安全性，如采用局部负压通风、分级分区通风、闭锁隔离通风等配风方案，控制漏风量和氧浓度等。
4. 优化监测方式，提高工作面的监测精度和实时性，如采用束管监测、红外监测、微波监测等先进的监测方法，及时发现自然发火的征兆和位置等。
5. [沿空留巷技术需要不断完善和创新，以适应不同煤层条件和开采方式的要求。特别是在有自燃倾向性的煤层中，需要加强防灭火技术的研究和应用，以保障沿空留巷的安全12](https://www.docin.com/p-767798809.html" \t "https://www.bing.com/_blank)。
6. [沿空留巷技术需要加强支护技术的研究和改进，以提高沿空留巷的稳定性和耐久性。主要包括优化支护形式、材料、参数等，以及发展新型支护材料和设备1](https://www.docin.com/p-767798809.html" \t "https://www.bing.com/_blank)[3](https://www.docin.com/p-1753259194.html" \t "https://www.bing.com/_blank)[4](https://www.fx361.cc/page/2021/1012/14790375.shtml" \t "https://www.bing.com/_blank)。
7. [沿空留巷技术需要重视辅助技术对沿空留巷顶板压力控制的作用，如充填技术、注浆技术、爆破释压技术等。通过辅助技术，可以有效地降低沿空留巷围岩应力水平，减少变形损坏3](https://www.docin.com/p-1753259194.html" \t "https://www.bing.com/_blank)[5](https://baike.baidu.com/item/%E6%B2%BF%E7%A9%BA%E7%95%99%E5%B7%B7/10447614" \t "https://www.bing.com/_blank)。
8. [沿空留巷技术需要加强理论研究和实践验证，以提高沿空留巷设计水平和施工质量。主要包括建立合理的数学模型、数值模拟方法、监测预警系统等，以及开展大量的现场试验和观测4](https://www.fx361.cc/page/2021/1012/14790375.shtml" \t "https://www.bing.com/_blank)[6](https://xueshu.baidu.com/usercenter/paper/show?paperid=1k4t0t80kj620p00256e0m409e227727" \t "https://www.bing.com/_blank)。

因此，有必要在前人的基础上，进一步开展沿空留巷采煤工艺防灭火技术的研究，以提高该技术的科学性、可行性、经济性和适用性。本课题旨在通过数值模拟、理论分析等手段，研究沿空留巷自燃三带分布规律，探讨由于地应力分布变化可能诱发的火灾规律。研究不同漏风通道下，采空区氧化带变化规律。针对以上研究提出回采期间采取综合防灭火技术，分析并完善防灭火措施，确定工作面防灭火方策。本课题具有较强的创新性、实用性和推广价值。

**意义：**

沿空留巷采煤工艺防灭火技术的研究对于保障沿空留巷工作面安全生产具有重要意义。具体表现在以下几个方面：

1. 通过数值模拟、理论分析等手段，深入揭示了沿空留巷自然发火机理和规律，为制定科学合理的综合防灭火方案提供了理论依据。
2. 通过综合评价各种防灭火技术手段和措施的效果和成本，优化设计了适用于不同条件下的综合防灭火方案，为实现最优化资源利用提供了技术支撑。
3. 通过实验验证和现场应用等方式，检验了综合防灭火方案的可行性和有效性，在一定程度上降低了沿空留巷工作面自然发火风险，在保障人员生命安全、预防财产损失、保护环境质量等方面起到了积极作用。

[沿空留巷技术是一种合理开发煤炭资源，提高煤炭回收率，减少巷道掘进量，缓和采掘接续紧张局面的一项先进的井工开采技术1](https://xueshu.baidu.com/usercenter/paper/show?paperid=36decfdcbcf5fc119cb647c654f04347" \t "https://www.bing.com/_blank)[2](https://baike.baidu.com/item/%E6%B2%BF%E7%A9%BA%E5%B7%B7%E9%81%93/9038489" \t "https://www.bing.com/_blank)[3](https://baike.baidu.com/item/%E6%B2%BF%E7%A9%BA%E7%95%99%E5%B7%B7/10447614" \t "https://www.bing.com/_blank)。通过沿空留巷技术，可以最大限度地回收资源，避免煤体损失[2](https://baike.baidu.com/item/%E6%B2%BF%E7%A9%BA%E5%B7%B7%E9%81%93/9038489" \t "https://www.bing.com/_blank)[3](https://baike.baidu.com/item/%E6%B2%BF%E7%A9%BA%E7%95%99%E5%B7%B7/10447614" \t "https://www.bing.com/_blank)。[但是，在有自燃倾向性的煤层中采用沿空留巷技术回采时，由于柔模支护不实、漏风问题难以解决等原因，容易造成遗煤自然发火事故1](https://xueshu.baidu.com/usercenter/paper/show?paperid=36decfdcbcf5fc119cb647c654f04347" \t "https://www.bing.com/_blank)。因此，如何在沿空留巷所形成的工作面减少漏风、稳定系统及抑制自然发火风险显得尤为重要。

[综合防灭火技术是一种在沿空留巷中有效地防止和控制自然发火事故的方法，主要包括注氮降温、注浆密闭、监测预警等措施1](https://xueshu.baidu.com/usercenter/paper/show?paperid=36decfdcbcf5fc119cb647c654f04347" \t "https://www.bing.com/_blank)[4](https://download.csdn.net/download/weixin_38581447/12393469" \t "https://www.bing.com/_blank)[。通过综合防灭火技术，可以成功地杜绝了沿空留巷及回采期间自然发火隐患，确保了工作面的安全回采，并取得了明显的经济效益和社会效益1](https://xueshu.baidu.com/usercenter/paper/show?paperid=36decfdcbcf5fc119cb647c654f04347" \t "https://www.bing.com/_blank)[4](https://download.csdn.net/download/weixin_38581447/12393469" \t "https://www.bing.com/_blank)。

综上所述，沿空留巷采煤工艺防灭火技术的研究意义在于既能实现资源高效利用又能保障生产安全。通过总结归纳本课题所得到的经验和教训，为今后沿空留巷采煤工艺防灭火技术的研究和应用提供了参考和借鉴，为推动该领域的发展做出了贡献。

[综合防灭火技术在沿空留巷综采工作面的应用--《山东煤炭科技》2020年05期 (cnki.com.cn)](https://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTOTAL-MTSD202005034.htm)

[易燃煤层沿空留巷工作面综合防灭火技术应用探究.doc-原创力文档 (book118.com)](https://max.book118.com/html/2017/1114/139983498.shtm)

[沿空留巷工作面综合防灭火技术-其它代码类资源-CSDN文库](https://download.csdn.net/download/weixin_38547421/12386183)

[沿空留巷工作面综合防灭火技术下载-CSDN社区](https://bbs.csdn.net/topics/397757154)

[沿空巷道\_百度百科 (baidu.com)](https://baike.baidu.com/item/%E6%B2%BF%E7%A9%BA%E5%B7%B7%E9%81%93/9038489)

[什么叫沿空留巷，具体方法有哪几种\_百度知道 (baidu.com)](https://zhidao.baidu.com/question/487871101722591532.html)

[我国沿空留巷支护技术现状及存在的问题探讨 - 豆丁网 (docin.com)](https://www.docin.com/p-2211048374.html)

[我国沿空留巷支护技术现状与思考 - 豆丁网 (docin.com)](https://www.docin.com/p-1753259194.html)

[沿空留巷技术发展研究现状分析 - 百度学术 (baidu.com)](https://xueshu.baidu.com/usercenter/paper/show?paperid=14610pq06r2706v0fr1s0mw0hs196357)

[沿空留巷技术研究与应用--中国期刊网 (chinaqking.com)](http://www.chinaqking.com/yc/2020/2344874.html)

[y型通风在沿空留巷的应用-20211016120517.ppt-原创力文档 (book118.com)](https://max.book118.com/html/2021/1016/7052066032004023.shtm)

[康红普院士：无煤柱开采围岩控制技术及应用|巷道\_网易订阅 (163.com)](https://www.163.com/dy/article/GVRMGC6F05509P99.html)

[Y型通风在沿空留巷的应用 - 百度文库 (baidu.com)](https://wenku.baidu.com/view/1657e5aa915f804d2a16c11d.html?_wkts_=1678174039143)

[【论文推荐】沿空留巷巷旁控制技术及其适用条件分析\_冒落 (sohu.com)](https://www.sohu.com/a/384263329_120059709)

[“110工法”沿空留巷技术应用案例分析--《科学技术创新》2019年23期 (cnki.com.cn)](https://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-HLKX201923037.htm)

[沿空留巷巷旁充填文献综述(全面总结).doc (book118.com)](https://max.book118.com/html/2017/0702/119710630.shtm)

[沿空留巷设计 - 豆丁网 (docin.com)](https://www.docin.com/p-767798809.html)

[架后充填沿空留巷工作面自然发火综合防治技术--《煤矿安全》2012年02期 (cnki.com.cn)](https://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-MKAQ201202032.htm)

[煤矿开采知识大全！都在这里面了，赶紧收藏起来 - 知乎 (zhihu.com)](https://zhuanlan.zhihu.com/p/260483202)

[综合防灭火技术在沿空留巷中的应用 - 百度学术 (baidu.com)](https://xueshu.baidu.com/usercenter/paper/show?paperid=36decfdcbcf5fc119cb647c654f04347)

[自燃煤层沿空留巷回采工作面防灭火技术研究--《山西能源学院学报》2020年06期 (cnki.com.cn)](https://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotal-SXMG202006006.htm)

[综合防灭火技术在沿空留巷综采工作面的应用--《中国煤炭工业》2020年02期 (cnki.com.cn)](https://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTOTAL-MTQG202002039.htm)

[Method for prevention and control of spontaneous combustion of coal seam and its application in mining field - ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095268617305815)

[Method for prevention and control of spontaneous combustion of coal seam and its application in mining field - ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095268617305815)

[Application of coal seam grouting to prevent and extinguish fire technology in Fusheng Coal Mine - IOPscience](https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/859/1/012020)

[无煤柱开采沿空留巷防止漏风安全技术措施 - 制度大全 (qiquha.com)](http://www.qiquha.com/html/201708/170915.html)

[国家矿山安全监察局关于印发《煤矿防灭火细则》的通知 (chinamine-safety.gov.cn)](https://www.chinamine-safety.gov.cn/zfxxgk/fdzdgknr/tzgg/202110/t20211028_401003.shtml)

[沿空留巷技术发展研究现状分析\_参考网 (fx361.cc)](https://www.fx361.cc/page/2021/1012/14790375.shtml)