## 摘要

* 简要介绍沿空留巷采煤工艺的优点和存在的自然发火风险
* 简要介绍本文的研究目的、内容、方法和创新点
* 简要介绍本文的主要结论和应用价值

## 目录

* 摘要
* 目录
* 第一章 绪论
  + 1.1 研究背景和意义
  + 1.2 国内外研究现状和发展趋势
  + 1.3 本文的主要研究内容和创新点
  + 1.4 本文的结构安排
* 第二章 沿空留巷自然发火特点和规律分析
  + 2.1 沿空留巷自然发火机理
  + 2.2 沿空留巷自然发火影响因素
  + 2.3 沿空留巷自然发火三带分布规律
  + 2.4 沿空留巷自然发火预兆参数确定
* 第三章 沿空留巷综合防灭火技术方案设计
  + 3.1 漏风控制技术
  + 3.2 注氮降温技术
  + 3.3 注浆密闭技术
  + 3.4 阻化剂喷洒技术
  + 3.5 监测预警技术
* 第四章 数值模拟和现场试验验证
  + 4.1 数值模拟方法和模型建立
  + 4.2 数值模拟结果分析和讨论
  + 4.3 现场试验方法和条件设置
  + 4.4 现场试验结果分析和讨论
* 第五章 结论与展望
  + 5.1 结论
    - 总结本文的主要研究内容、方法和结果，归纳本文的主要创新点和贡献，指出本文的不足之处。
    - 根据本文的研究结果，提出沿空留巷采煤工艺防灭火技术在开滦矿区的安全推广建议。
    - 根据本文的研究结果，评价沿空留巷采煤工艺防灭火技术在提高资源利用率、保障生产安全、保护环境质量等方面的作用。
    - 根据本文的研究结果，分析沿空留巷采煤工艺防灭火技术在不同地质条件和开采方式下的适应性和优化性。
    - 根据本文的研究结果，探讨沿空留巷采煤工

第五章 结论与展望 本章对本课题的研究成果进行了总结，并对今后的研究方向提出了展望。 5.1 结论 本课题以沿空留巷采煤工艺防灭火技术为研究对象，采用数值模拟、理论分析、监测预警等方法，研究了沿空留巷自然发火特点和规律，提出了综合防灭火技术方案，并在开滦矿区某沿空留巷工作面进行了验证和应用。主要得到以下结论： （1）沿空留巷自然发火的机理主要是由于采空区内遗煤的氧化反应和地应力分布的变化引起的。氧化反应会导致遗煤温度升高，地应力分布的变化会导致岩层移动或断裂，从而形成新鲜裂隙和漏风通道，加速氧化反应的进行。当遗煤温度达到自然发火点时，就会发生自然发火现象。 （2）沿空留巷自然发火的规律主要表现在以下几个方面：一是自然发火的位置主要集中在采空区内部和巷旁充填墙后；二是自然发火的时间主要受到漏风量、氧浓度、温度等因素的影响；三是自然发火的范围主要受到地质条件、开采方式、防灭火措施等因素的影响。 （3）沿空留巷综合防灭火技术方案主要包括以下几个方面：一是漏风控制技术，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；二是注氮技术，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；三是注浆技术，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；四是阻化剂喷洒技术，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；五是监测预警技术，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。 （4）在开滦矿区某沿空留巷工作面进行了综合防灭火技术方案的验证和应用，结果表明该方案能有效地控制采空区遗煤的温度和氧化程度，降低自然发火风险，保障工作面的安全回采。该方案具有操作简便、成本低廉、效果显著等优点，适用于有自燃倾向性的煤层中沿空留巷工作面的防灭火。

一、摘要

简要介绍沿空留巷采煤工艺的定义、特点和优势

指出沿空留巷采煤工艺在易燃煤层中面临的自然发火难题和防灭火技术的重要性

概括本文的主要研究目标、方法和创新点

归纳本文的主要研究成果和应用价值

二、引言

回顾沿空留巷采煤工艺的发展历程和应用现状，分析其在资源利用、成本节约、安全保障等方面的优势

分析沿空留巷采煤工艺在有自燃倾向性的煤层中存在的自然发火风险和防灭火技术的需求，举例说明自然发火事故的危害性和复杂性

综述国内外关于沿空留巷自然发火特点和防灭火技术的研究现状和进展，指出其不足之处和改进方向

明确本文的研究目的、内容和范围，介绍本文的结构安排

三、沿空留巷自然发火机理和规律

建立沿空留巷工作面的三维数值模型，模拟分析不同漏风通道下采空区氧化带的变化规律，揭示氧气对自燃三带的影响

建立地应力分布对自然发火的影响模型，模拟分析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对自然发火的影响，探讨由于地应力分布变化可能诱发的火灾规律

根据煤层氧化早期的一氧化碳或者采空区温度确定发火预兆的预警值，实施早期监测预警

四、沿空留巷综合防灭火技术方案

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

介绍综合防灭火方案的主要内容，包括漏风控制技术、注氮技术、注浆技术、阻化剂喷洒技术、监测预警技术等

分析综合防灭火方案的科学性、可行性、经济性和适用性等特点

五、结论和展望

总结本文的主要研究内容和成果，归纳本文的创新点和贡献

指出本文的不足之处和存在的问题，提出未来的研究方向和目标

六、参考文献

七、致谢