

T/ACCEM

团 体 标 准

T/ACCEM XXXX-XXXX

急倾斜煤层火区治理方法指南

Guidelines for the treatment of sharply inclined coal seam fire areas

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国商业企业管理协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本要求	1
5 治理的施工环境与地质条件	1
6 治理方法	2
7 治理工程技术	3
8 安全措施	6
9 安全管理	8
10 应用效果分析	9

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由××××提出。

本文件由××××归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

急倾斜煤层火区治理方法指南

1 范围

本文件规定了急倾斜煤层火区治理的基本要求、治理的施工环境与地质条件、治理方法、治理工程技术、安全措施、安全管理、应用效果分析等。

本文件适用于急倾斜煤层火区的综合性治理。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

客土喷播 *guest soil spraying*

客土喷播是依靠锚杆(或锚钉)、铁丝网、基质层与植被的共同作用对坡面进行防护的一种绿化技术,具体做法是将植物种子、土、有机质、速效肥料、保水剂等按一定比例混合,利用高压设备喷射到经加固处理的岩石边坡表面,其生长的草和灌木能够在岩石边坡等难以绿化地段实现快速绿化。

4 基本要求

4.1 治理主体

根据“谁破坏,谁治理;谁治理,谁受益”的原则和矿权、地段的具体情况,确定治理主体。

—— 现有煤矿,由煤矿所在煤业集团为治理主体,负责治理项目的全面运作每个矿设立“治理工程项目部”,负责治理项目的具体运作。

—— 空白区块段,由所在乡镇人民政府为治理主体,可通过招标方式吸纳有实力的投资方参与治理项目,给予相应的投资收益。

—— 治理项目的设计、施工、监理、监测等单位,通过招投标,选定有相应资质的单位承担。

4.2 组织领导

成立综合治理领导小组并下设下列组织领导:

- a) 专家组:负责技术指导,治理方案和安全技术措施的制定实施;
- b) 协调组:负责治理项目和地方部门、各方面关系的协调;
- c) 监管组:负责治理项目的销售、税费、安全等监管;
- d) 办公室:负责日常具体事务。

5 治理的施工环境与地质条件

5.1 生态和地貌

急倾斜煤层火区治理项目的生态和地貌调查主要可从以下方面进行：

- a) 地形及地貌；
- b) 地震级地质灾害；
- c) 植被情况。

5.2 水文

治理区域的水文施工环境主要分析下列情况：

- 分析治理区域河流水系，主要河流情况。
- 调查区域地表水系情况及发育情况。

5.3 气象

治理区域的气象调查主要可考虑如下方面：

- 治理区域气候类型；
- 气候条件
 - 年平均气温；
 - 极端最低气温；
 - 年较差温度；
 - 日照总时数；
 - 日照百分率；
 - 年平均太阳总辐射等。
- 降水量
 - 平均降水量；
 - 各季降水量占全年降水量的百分比；
 - 历史降水量分析，包括最高降水量年份、最低降水量年份、日最高降水量等。

5.4 地质及岩层结构

调查区域从井田分布趋势和地质结构复杂程度可划分为三大类型：

- a) 井田构造较简单煤矿：断层少，井田内几乎没有断层，基本均为单斜构造；
- b) 井田构造较复杂煤矿：井田内尽管有断层，但相距较远，采区可通过技术手段进行布置；
- c) 井田构造复杂煤矿：断层落差大、密度大、采区布置较困难。

6 治理方法

6.1 已有煤田灭火方法的分析与比对

国内外常用的煤田露头火区灭火方法有：水灭火法、空气隔绝灭火法、灌浆灭火法、剥离火源灭火法、爆破隔离灭火法、剥挖灭火法。可按表 1 进行分析比对。

表 1 煤田灭火方法分析

治理方法	方法实施	优势	劣势
注水灭火法	设立泵站和供水管道，	取材便利，降温	①需要大量消防水。

治理方法	方法实施	优势	劣势
	用消防水枪向火区表面喷水或钻孔向火区注水，使火源降温熄灭。注水灭火法是露天煤矿目前普遍使用的一种灭火方法。	散热效果好，宜于大面积火灾。	②由于地表存在大量的地面裂缝和塌陷坑，地表以下采空区多与火区相连，水的流向不易控制，难以到达着火体，甚至在火区外形成循环。若流入采空区，则不利于塌陷区的治理，还会产生大量的水煤气，而水煤气在深部火区集聚易导致水煤气爆炸事故。 ③一次性注水不足以使着火体熄灭，多次注水则时间较长，灭火效果不易判断。 ④会发生残煤复燃现象，灭火施工效率不高。 ⑤残煤不易回收。
空气隔绝灭火法	用细碎的页岩、黄土等物料覆盖在火区之上，隔绝空气，达到灭火的目的。	适用于面积较小的火区	由于着火体漏风供氧的渠道多种多样，根本无法实现空气的隔绝，且浪费残煤至少 2/3 以上，甚至无法回收。
灌浆灭火法	在地表按照一定的间隔向火区煤层打钻孔，将一定比例的黄泥浆加压灌进着火煤层，阳断火区供氧通路，进而阻止燃烧，使火区逐步熄灭	不受火区面积大小限制。	①钻孔设备、泥浆制作设备、灌浆设备、发电机等难以搬运，钻孔难以定位，工序繁杂。 ②残煤至少浪费一半以上，甚至无法回收。 ③灌入火区泥浆的流向无可靠的技术措施控制，可能会在裂缝或巷道内形成回路或堵塞，不能按预想要求到达着火体。
爆破隔离灭火法	通过在火区附近钻孔，注水降温后视钻孔温度情况进行爆破，将着火体炸开，分散的着火体被其他未着火的煤或土石掩埋，隔绝空气，使着火体熄灭。	适用于在面积较小的火区，局部放炮灭火的效果较好	火区附近孔温较高，爆破作业危险性大。另外，还造成残煤完全无法回收。
剥挖灭火法	在火区范围内超前注水，至火体熄灭时，自上而下分台阶剥离，直至挖除火源。	在火区埋藏浅、火区发展速度慢或火区已得到控制等条件下灭火效果好。	不能根除深部火区，对剥挖后留下的露头煤没有防止自燃的措施。

6.2 治理方法确定

现有灭火方法虽然各有优势，但缺点也是明显的，如果只采用某一种方法则不能彻底解决火区灭火问题。应在继承前人灭火经验的基础上，根据治理区火区的特点，制定新的综合的灭火方法。

7 治理工程技术

7.1 煤层露头隐伏火区和采空塌陷区的空间定位

总结煤矿综治项目火区塌陷区空间定位的技术成果，在地面调查的基础上，运用“变电磁物探，高精度磁法勘探，高密度电法勘探、钻探”等综合和先进的探查技术手段，查明煤层露头和隐伏火区塌陷区的位置、范围、面积和深度，进而制定切实可行的治理方案。

7.2 火区塌陷区治理

火区可采用“注水降温剥离封填”的综合灭火方法进行治疗。可按照下列工序进行治疗施工：

- 1) 露头火区开挖鱼鳞坑；
- 2) 注水降温；
- 3) 剥离浅部着火煤层；
- 4) 对深部火区持续注水喷水降温—从上向下，从火区顶板围岩向着火体逐层剥离；
- 5) 向剥离出来的过火围岩和着火体洒水，至其完全熄灭—将渣土运至排土场排弃；
- 6) 将过火残煤运至残煤堆场；
- 7) 逐层开挖至设计坑底；
- 8) 煤层测温；
- 9) 坑底整平；
- 10) 绘制《开挖终了图》；
- 11) 露头煤封堵；
- 12) 回填渣土至设计标高。

7.3 塌陷区、采空区治理

采空区、塌陷区治理可采用“揭露填埋”的治理方法。可按照下列工序进行治疗施工：

- 1) 钻孔验证；
- 2) 爆破揭露采空区；
- 3) 抽排老空水；
- 4) 采空区开挖；
- 5) 排渣；
- 6) 回收残煤；
- 7) 逐层开挖至设计坑底；
- 8) 坑底整平；
- 9) 绘制《开挖终了图》；
- 10) 露头煤封堵；
- 11) 回填渣土至设计标高。

7.4 治理区坑底封堵回填

7.4.1 为了隔绝坑底露头煤与空气的接触，防止煤层自燃；隔断地表水下渗的通道，防止突水事故，当治理到设计坑底高程后，应对坑底进行封堵回填。

7.4.2 用钻孔测温的方法确认坑底高程以下已无火区，然后整平压实。坑底盖1 m厚土，并分层压实，压实系数达93%，在黄土层表面铺设2层防渗土工布后，再盖1 m厚黄土，并分层碾压，压实系数达到93%，最后排渣回填，并分层压实，至回填到设计标高，做到治理区底部不渗水，不透气。

7.4.3 防渗土工布应采用高强聚酯玻璃纤维复合土工布，透水系数 1×10^{-12} ，厚度1.99 mm，断裂强度径向 ≥ 50 ，纬向 ≥ 50 。

7.5 剥离工艺及设备选型

7.5.1 剥挖工艺

根据治理项目的设计要求、地质地形条件和排渣运输距离，经综合比较，选择合适的剥挖工艺。可采用分段流水间断开挖，单斗挖掘机—卡车运输剥挖工艺。

7.5.2 设备选型

考虑到大部分剥离作业均需在采空区上作业，同时考虑到设备自重、工作线长度等因素，可选择 2.5 m^3 挖掘机配 $20 \text{ t} \sim 32 \text{ t}$ 汽车进行剥离。配备必要的钻机、装载机、洒水车、推土机、压路机、抽排水设备等，机械设备数量满足施工需要。

7.5.3 剥挖参数

应根据所选用的开挖工艺和设备选型，结合治理区煤岩赋存特点剥离台阶按水平划分台阶。根据治理方案可参考表 2 工作平盘要素。

表 2 工作平盘要素表

符号	符号要求	单位	要素值	
			残煤回收	岩土剥挖
H	台阶高度	m	8	8
A	剥挖带宽度	m	7	7
α	台阶坡面角	°	70	70
C	安全距离	m	2.5	2.5
TA	坡底安全距离	m	2.5	2.5
T	运输通道宽度	m	15	15
TA	爆堆伸出距离	m	4	4
Bmin	最小工作平盘宽度	m	31	31

7.5.4 剥挖方式

7.5.4.1 剥离灭火以水平分层划分台阶，工作面剥离方式可选用液压挖掘机铲装。

7.5.4.2 高温体、燃烧体处置方法：当遇到高温体及燃烧体时，应首先采用灭火洒水车对高温体及燃烧体采取喷淋降温方式进行灭火，使燃烧体熄灭，高温体降温之后方可进行残煤的回收及上部的剥离作业。

7.5.4.3 火区剥挖前需要穿孔爆破的，钻孔作业前，应先对钻孔区域进行注水降温处理，等温度下降到 50°C 以下后，才可按设计的炮孔位置和技术规格进行钻孔。

7.5.4.4 在接近高温区爆破时，方圆 1000 m 范围内必须停止一切施工，并离所有人员和设备。之后用洒水车注水降温，直至高温区的温度降到 50°C 以下，才可进入施工现场，继续施工。

7.5.5 渣土外运

在火区治理过程中，必须待过火围岩彻底熄灭并降至常温后方可将利挖的土石方外运至排土场，以便后期治理的开展。

7.6 爆破

7.6.1 爆破应全部采用声级低、振动小的松动爆破法。

7.6.2 在临近最终边坡处时可采用预裂爆破法。

7.6.3 爆破作业应由专业的民爆公司组织实施。

7.7 排土场建设

7.7.1 火区塌陷区综合治理土石方挖运，应坚持以内排为主，外排为辅，条件具备时全部内排的原则。

7.7.2 外排土场的安全技术措施应满足下列条件：

- 应消除基底弱层和不良地质的影响；

- b) 排土场的空间几何形状应符合设计要求；
- c) 应用块石反压坡脚；
- d) 应做好防排水，防止滑坡泥石流等次生灾害。排渣时，先用块石排于底部，形成疏水盲沟。在排土场两侧与原始地形结合处和排土场的平台和道路上修建截排水沟，最终，使地表水在拦渣坝处交汇后排入原始径流；
- e) 修筑拦渣坝，在排土场下游冲沟最窄的出口处修筑拦渣坝，当排土场距村庄较近时，在排土场坡脚处修筑拦渣坝。拦渣坝的形制为重力式挡土墙。

7.7.3 排土场稳定性监测：在排土场关闭后，设置沉降观测桩，对排土场沉降位移情况定期监测，按月汇总分析。后期监测不宜低于一年。

8 安全措施

8.1 高陡边坡整治加固与稳定性监测

8.1.1 综合防护措施

8.1.1.1 设置截、排水沟：高边坡顶部及每个平台都要修建截、排水沟。截、排水沟沟底的坡度为 3%。亦可将平台修成有反坡的平台，有利于地表水顺畅的流出平台。

8.1.1.2 修建安全挡墙：高边坡每个平台都须修建墙顶宽 0.6 m，底宽 1 m，墙高 1m，墙底外侧与坡顶线水平距离 0.5 m 的安全挡墙，安全挡墙用碎石土修筑并修整压实。

8.1.1.3 铺设防渗土工布：每一平台均应用防渗土工布覆盖。

8.1.1.4 设置泄水孔：边坡开挖后由于卸荷回弹在边坡坡肩部位形成拉张裂隙，这些裂隙中赋存的地下水所产生的水压力对坡体的稳定性影响很大，为保证边坡的稳定，须设置泄水孔及时排除裂隙水。每个台阶的坡面均应设置一排泄水孔，孔深 7 m~13 m，孔径 120 mm，仰斜度为 5%，当泄水孔流水较大时应在该处加密设置并将水引至坡底，不能使其流入下层平台或坡面。

8.1.1.5 架设主、被动防护网：为防止危岩活石坠落导致人员伤亡事故，根据边坡的实际情况，在开挖过程中，遇到有一定面积的岩体较破碎且完全清除有困难时，可在该位置设置主动防护网，并在边坡平台的顶线处设置被动式防护网。

8.1.2 高边坡加固措施

在深入研究项目地质、水文地质资料和周边环境条件的基础上，参考已有的边坡加固方式和成功经验，提出和应用高陡边坡综合整治加固措施。

8.1.3 边坡稳定性监测

利用测量机器人和相关软件，建立电子监测系统，配合人工巡查，对边坡稳定性进行 24 小时全方位监测，为各个阶段施工的顺利进行提供安全技术保障。

8.2 环境保护和水土保持

8.2.1 防尘降尘

8.2.1.1 治理区施工现场和运输道路应不间断洒水，保持路面和作业区的相对湿度。

8.2.1.2 灭火作业过程中对火区粉尘进行喷淋降尘。

8.2.1.3 爆破钻孔用钻机应安装捕尘设备。

8.2.1.4 生活区锅炉均要加装脱硫除尘设备。

8.2.1.5 在靠近村居及运输主干道两侧安装抑尘网。

8.2.2 抑噪降噪

岩土爆破宜全部采用声级低、振动小的松动爆破法，努力降低爆破噪声和爆破地震波传送，合理安排施工时间和运输线路，降低施工和交通噪声。

8.2.3 水土保持

8.2.3.1 在治理区修筑集水坑，收集雨水和采空区积水用于工地洒水降尘。

8.2.3.2 修建沉淀池、过滤池、清水池，让地表水和施工用水澄清后再次利用，实现污水零排放。

8.2.3.3 在治理区两侧与原始地形结合处修建截排水沟，防洪排水，在流水口最窄处修建拦渣坝，地表水在拦清坝处交汇后排入原始径流。

8.2.3.4 治理区和排土场应做到地表无积水，坡面无冲沟，排水沟无渗漏、淤塞、倒灌、漫流，以防止水土流失和滑坡泥石流等次生灾害。

8.3 土地复垦和植被修复

8.3.1 土地复垦

8.3.1.1 总体要求

8.3.1.1.1 贯彻“农业用地总量动态平衡”的方针，确保复垦耕地的面积不小于治理前耕地的面积，同时最大程度的建设林牧用地，消除荒地和裸地。

8.3.1.1.2 土地复垦的优先方向为耕地、林地、草地，土地复垦后的地形应与周边地形保持和谐。

8.3.1.1.3 严格贯彻复垦标准，通过控制复垦场地的坡度、平整度、土壤质量、覆土厚度、水土保持等措施的落实，有效地保持或提高土地质量。

8.3.1.2 复垦方法

土地复垦可按照下列程序进行：

- a) 治理区开挖至设计标高后，对治理区进行回填，挖高补低，填平沟谷。
- b) 回填渣土要分层压实，在治理区两侧边坡脚线处设置安全平台，安全平台高度为 10m，宽度为 30m。
- c) 安全平台和复垦平台表面整平后覆盖 1.2m 厚黄土。
- d) 各平台表面均设 3 %反坡，纵向每隔 50 m 设置一条排水沟，台阶坡脚线处设置截排水沟，确保水流通畅。
- e) 平台坡顶线处设置田埂，在顶板边坡安全平台坡脚线处设置便道便道宽度为 10 m，便道与治理区外道路沟通，并保持畅通。

8.3.2 植被修复

8.3.2.1 生态修复工程总体要求

可根据宜农则农、宜林则林、宜草则草的原则复垦复绿。合理选择绿化植物品种，采用草、灌、乔相结合的植物生态结构，形成田间防护网、带片网、消除坡裸地，改善生态环境。

8.3.2.2 绿化方法

8.3.2.2.1 在生态修复时，以人工种植引导为主，逐步过渡到自然修复。人工灌木林是植物群落修复的最有效的方法，工程治理区各平台可按草、灌、乔相结合的方式进行生态修复，边坡坡面可按草、灌的方式进行生态修复。

8.3.2.2.2 坚持边治理边绿化。在施工过程中,应及时对有条件植树种草的治理区进行绿化,实行边治理边绿化,有利于早修复生态,早改善大气环境,早形成固土护坡的能力,早产生环境效益。

8.3.2.2.3 要把植被修复和现代农业园建设结合起来,根据实际情况对复垦的土地改造建设成绿化造林区、经济林种植区、小东粮种植区、蔬菜大棚区、养殖区和粮油加工区等区功能,改善生态环境,促进当地经济的发展。

8.3.2.2.4 绿化造林区,按照针阔间种的原则,主要种植油松、落叶松、杨树和柳树。松树选用 2+2 容器苗,苗高 ≥ 70 cm,种植间距 $2\text{ m}\times 2\text{ m}$,杨柳树采用压条扦插法,种植间距 $0.03\text{ m}\times 0.6\text{ m}$ 。

8.3.2.2.5 林地内和坡面上可种植灌木和草。柠条、紫穗槐种植间距 $2\text{ m}\times 2\text{ m}$,草籽撒播 $2\text{ kg}/\text{亩}$,沙棘成排密植。

8.3.2.2.6 裸露的石质边坡可通过客土喷播进行生态修复。

8.3.2.2.7 经济林种植区,可选用经济价值较高、易栽培、耐寒耐旱的油牡丹树种。

8.3.2.2.8 小杂粮种植区,小杂粮主要种植适应本地气候生长的莜麦、荞麦、玉米、红小豆、黑豆、土豆等。

8.3.2.2.9 蔬菜大棚区,建设现代温室蔬菜大棚,轻钢结构,单栋或连栋模式。主要种植各种特色瓜果、蔬菜,如番茄、黄瓜、草莓、西瓜和野菜等。

9 安全管理

9.1.1 安全生产管理体系

9.1.1.1 成立综合治理项目工作领导小组,下设办公室和专家组、管理组、协调组三个工作组以加强对治理项目的监督、指导和服务。

9.1.1.2 由安监局牵头会同县安全生产委员会,加强对项目施工的安全监管。

9.1.1.3 每个治理项目要层层设立安全管理机构,制定安全生产应急预案,签订《安全生产及文明施工目标责任状》。

9.1.1.4 从组织机构、工作机制、物资储备、培训演练、信息沟通、事故处置等入手,逐级明确责任,做到防患于未然。

9.1.2 安全生产规章制度

9.1.2.1 建立安全生产规章制度,如安全例会制度、安全技术交底制度、安全检查制度、安全保卫制度、安全考核通报及责任追究制度等。

9.1.2.2 每周召开一次安全例会,每月组织一次安全大检查,及时排查隐患,及时整改落实。并对施工、管理人员,特别是特种岗位作业人员进行全员安全培训。

9.1.3 安全技术措施

9.1.3.1 根据国家《安全生产法》、《自然保护区管理条例》、《森林防火条例》、《煤田火灾灭火规范(试行)》、《地质灾害防治条例》等规范、规针对火区塌陷区治理、爆破、火工品管理、油库、冬雨季施工、防洪排水”等关键部位和关键工序,制定专项安全措施,并狠抓落实。

9.1.3.2 施工的每个环节,每道工序按照操作规程和作业规程施工。

9.1.4 安全设施

9.1.4.1 在门岗、施工现场及道路沿线设立各类明显的安全警示、交通警示标志。

9.1.4.2 能工现场完善必要的安全保障设施,如安装防护网及现场照明设施,购置防火、滑、防尘、防洪物资和器材等。

9.1.4.3 严格工程机械保养，严禁病险机械、车辆进入施工现场作业。

9.1.5 汛期防洪

9.1.5.1 建立和完善排水系统，治理区修筑排洪沟，将山谷汇水引出矿区以外。

9.1.5.2 坑底开挖集水井，用水泵把积水抽排到矿区以外；汛期来临之前，都要组织一次以防洪和防止滑坡为主要内容的应急演练，防患于未然。

9.1.6 森林防火

9.1.6.1 每个项目都要成立由总经理担任组长的专项工作领导小组，逐级明确责任制订应急预案，做到有机构、有人员、有预案、有部署、有培训、有落实、有效果。

9.1.6.2 建立健全各项安全防火工作制度，如例会制度、检查制度、隐患通报制度效果。火灾处置制度、责任追究制度等，及时排查隐患，及时整改落实。

9.1.6.3 着力完善安全防火设施。在门岗处、工地周围、施工现场等均设立明显的安全防火警示标牌，如禁止吸烟、禁止携带火种入内等。在施工现场周边设立隔离栅，防止施工人员误入非施工区域森林地段，做到防患于未然。

10 应用效果分析

10.1 评判标准

应该治理后，根据监测数据，满足下列条件，可评判为达到治理标准：

- a) 地表着火征状消失；
- b) 观测孔内气体温度呈持续下降趋势，并稳定在 70℃以下；
- c) 观测孔内一氧化碳浓度呈持续下降，并稳定在 100 ppm 以下；
- d) 观测孔内氧气浓度呈持续下降，并稳定在 7%以下；
- e) 火区内磁异常值基本稳定在一个数值上；
- f) 火区内电异常值很弱，且有逐渐消失趋向；
- g) 测孔内气体温度、一氧化碳浓度、氧气浓度必须全部呈持续下降趋势，持续时间不少于六个月，个别孔监测结果超过上述 a、b、c 条款规定指标时，其占火区面积不得超过 10%。

10.2 应用效果

综合治理和生态修复宜致力于达到一项实际效果：

- a) 有利于大气、地质、生态环境的改善；
- b) 有利于当地群众脱贫致富；
- c) 有利于当地财政增收和经济可持续发展；
- d) 有利于矿井安全开采；
- e) 有利于规范矿业秩序、根治私挖滥采现象；
- f) 有利于旅游业发展。