

# 工作面窄煤柱沿空护巷支护设计研究

温玉玺 (山西潞安蒲县伊田煤业有限公司, 山西 临汾 041204)

**摘要:** 本文结合伊田煤业 2202 综放工作面的支护设计, 对工作面窄煤柱沿空护巷支护进行了比较深入的分析研究, 有助于提高工作面的稳定性, 进而为煤矿开采工作的顺利进行提供可靠保障。

**关键词:** 窄煤柱; 沿空护巷; 支护

## 1 前言

近年来, 随着煤炭开采过程中综合机械化的大力推广和运用, 煤炭开采效率大大提高, 但煤炭资源本身的回收率却有待进一步提高。传统的煤柱护巷技术一般采用宽煤柱护巷, 一方面大大降低了煤炭资源的回采率, 对煤炭资源造成不必要的浪费; 另一方面不符合采场上覆岩层的运动规律和稳定性要求以及回采巷道的支护条件, 不能保证巷道在工作面采掘过程中的安全稳定。而采用沿空巷道留煤柱护巷可以避免这些问题, 具体优点表现在以下几方面:

①提高煤炭资源回收及减少能源浪费科学合理的煤柱尺寸对煤炭资源的回收意义重大, 避免了传统留宽煤柱而造成资源的不必要浪费。据不完全统计, 留设小煤柱护巷与宽煤柱相比, 可提高 20%~30% 的煤炭资源回收率, 可为煤炭生产企业带来可观的经济效益和社会效益; ②有利于回采巷道稳定经大量研究发现, 煤柱尺寸不是越宽其稳定性就越好, 科学合理的煤柱尺寸能够使整个煤柱都处于应力降低区内, 从而使煤柱所受到的载荷及破碎区比传统宽煤柱要小得多, 煤柱的整体稳定性较好; ③提高沿空巷道的支护效果由于传统留设宽煤柱使其受到来自上覆岩层的重力作用力大, 相应煤柱边缘的塑性破坏区增大, 进而导致锚杆支护时其锚固范围可能处在塑性破碎区内, 锚固效果较差。而沿空巷道护巷煤柱所留尺寸较小, 煤柱所受上覆岩层重力载荷作用较小, 煤柱边缘的塑性破碎范围也随之减小, 采用锚杆支护能够达到加强锚固的作用。

## 2 护巷煤柱变形破坏机理

护巷煤柱的变形破坏与其顶底板的相互作用是密不可分的, 这种关系主要受两个因素的影响: ①煤柱自身强度; ②顶底板与煤柱接触面对煤柱施加的约束条件。当煤柱自身强度一定时, 顶底板接触面的约束力  $P$  可以有效地制约煤柱沿横向的变形趋势, 相当于实验室岩石试件三轴抗压效果, 使煤柱在很大程度上难于屈服, 从而限制了其变形与破坏。在这种理想状态下, 煤柱所受约束力  $P$  的大小从煤柱上下边缘至中间逐渐递减, 因此煤柱的变形也呈上下较小, 中间较大的鼓形。

## 3 沿空窄煤柱开切眼的支护设计

### 3.1 支护方案

层位: 沿 11# 煤层底板掘进。

断面形式: 矩形。

掘进断面尺寸: 中间正常段宽  $\times$  高 = 7500mm  $\times$  3200mm (长度为 180m), 端头段宽  $\times$  高 = 7800mm  $\times$  3200mm (长度为 10m), 端尾段宽  $\times$  高 = 8800mm  $\times$  3200mm (长度为 10m)。

锚杆 + 锚索 + 金属网 + 钢筋梯子梁联合支护。

### 3.2 顶板支护

锚杆形式和规格: 2202 工作面开切眼顶板采用  $\Phi 20$ mm 左旋螺纹钢锚杆, 长度 2400mm, 规格为 MSGLW-335/20。

锚杆锚固方式: 树脂加长锚固, 采用两支锚固剂, 一支规格为 CK2335, 另一支规格为 Z2360, 钻孔直径 28mm, 锚固长度 1309mm。

锚杆托盘规格: 拱形金属托盘, 规格为 150  $\times$  150  $\times$  10mm, 拱高 36mm, 配合球形垫圈和塑料减摩垫片。

锚杆角度: 靠近巷道帮的顶锚杆安设角度与垂线向外成  $15^\circ$ , 其余与顶板垂直。

网片规格: 用 10# 铁丝编织的网孔尺寸为 50  $\times$  50mm 的经纬网, 网片的具体尺寸可根据巷道尺寸裁剪, 铺网时将网铺平拉紧, 网与网采用搭接方式, 搭接长度 100mm, 用 16# 铅丝孔孔相连, 双丝双扣扭结不少于三圈。

### 3.3 巷帮支护

非采巷帮使用杆体为  $\Phi 20$ mm 左旋螺纹钢锚杆, 长度 2000mm, 规格为 MSGLW-335/20; 采帮使用杆体为  $\Phi 20$ mm 玻璃钢锚杆, 长度 2000mm。

锚固方式: 树脂加长锚固, 采用两支锚固剂, 规格为 Z2360 和 CK2335 各一支, 钻孔直径 28mm, 锚固长度 1309mm。

钢筋托梁规格: 非采帮采用  $\Phi 14$  钢筋焊接而成的钢筋梯子梁, 长 3000mm, 宽 80mm, 在安装锚杆的位置焊上两段纵筋, 焊缝饱满无虚焊; 采帮玻璃钢锚杆使用规格为 400  $\times$  200  $\times$  50mm 的木托盘。

锚杆托盘规格: 螺纹钢锚杆使用拱形金属托盘, 规格为 150  $\times$  150  $\times$  10mm, 拱高 36mm, 配合球形垫圈和塑料减摩垫片; 玻璃钢锚杆使用配套托盘。

网片规格: 非采帮使用 10# 铁丝编织的网孔尺寸为 50  $\times$  50mm 的经纬网, 采帮不使用网片, 网片的具体尺寸可根据巷道尺寸裁剪, 铺网时将网铺平拉紧, 网与网采用搭接方式, 搭接长度 100mm, 用 16# 铅丝孔孔相连, 双丝双扣扭结不少于三圈。

锚杆布置: 每帮每排 4 根, 排距 900mm, 间距 900mm。起锚高度 250mm, 靠近顶板的一根帮锚杆距顶板 250mm。锚杆角度: 靠近顶板的一根锚杆与水平线呈  $15^\circ$ , 其余与巷帮垂直。

锚索形式和规格: 采用  $\Phi 18.9$ mm 高强度低松弛预应力钢绞线锚索, 长度为 7300mm。

锚固方式: 树脂加长锚固, 采用三支锚固剂, 一支规格为 CK2335, 两支规格为 Z2360, 钻孔直径 28mm, 锚固长度 1921mm。锚索间距 1800mm, 排距 1800mm, 每排 4 根。

锚索托盘规格: 高强度拱形可调心 (下转第 247 页)

雨污水、清下水、事故废水收集情况,事故池位置、容积、结构及其合规性。

### 2.2.2 厂外调研

①卫生防护距离:调研企业卫生防护距离设置情况及卫生防护距离内有无环境敏感保护目标,明确方位、距离、规模;②大气环境敏感目标:调研企业周边3km(三级评价)、5km(一、二级)范围内居住区、医疗卫生机构、文化教育机构、科研单位、行政办公等人口总数;调研大气环境风险受体疏散路线及集合点;③地表水环境敏感目标及地表水环境风险受体:调研园区周边水系名称、流向、水文参数,调查纳污河流污水排口及其闸坝设置情况、流向、水文参数;调研企业雨水排口、清净废水排口、污水排口下游是否有水源取水口及水源保护区;④土壤和地下水环境敏感目标及环境风险受体:调研企业周边土壤情况,包括农田、林地等;调研企业周边是否涉及集中式饮用水水源准保护区及其补给径流区,热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区,分散式饮用水水源地等环境敏感区;⑤生态环境保护目标:调研企业周边生态环境保护目标,如生态红线区、生态空间管控区域、自然保护区等。

### 2.3 问:与企业交流

结合现场勘探前准备的资料、企业介绍和亲身观察得到的项目信息,及时与企业当面询问、核实不清楚的问题,以提高日后书写环评的效率。

### 2.4 说:及时反馈

①现场存在问题的举例:如一般工业固废未按要求堆存、危废堆场未规范标识、排污口未规范化标识、雨污分流系统或清污分流系统不规范、车间或固废堆场地面未作防渗处理、储罐区未有效设置围堰、环保设施未有效运行、

环保设施与原环评不一致等。在现场发现存在的问题要及时反馈企业;②与企业及时明确需要进一步提供的资料;③现场勘探结束时,企业针对项目提问的回答方式:如果确定答案,的可当场回答,如不确定答案可回公司确认后尽快给予回复。举例:液体物料进样方式、离心机密闭方式等。

### 3 现场勘探后:总结问题

①整理现场资料:技术资料整理,核对资料清单,并对剩余资料或新增补充资料列清单,反馈给企业;图片资料,整理标注方便查询;②总结存在的问题:根据现场资料的整理,进一步辨识项目存在问题,主要包括选址、现有项目厂区环保问题及现场沟通中企业暴露的其他问题。如果发现重要的问题应及时反馈给领导;③思考总结该次看现场的效果:总结看现场是否达到预期目标;是否有应提前准备的工作未做好;化工项目环评工程的难点所需资料是否收集完整,如化工项目三废溯源;是否得到了符合现实的具体生产工艺及流程。以及需要在下次工作中进一步完善的方面。

### 4 结语

现场勘探是化工项目环评中十分重要的一环,通过有价值的现场踏勘能更好地发现企业现状存在的环境问题,并提出整改要求,对于新建项目而言,更有利于熟悉项目周边环境,交流缺少的资料和需解决的问题,能够为环评项目的顺利实施开展提供有力的支持,从而提升化工环评项目的效率。

### 参考文献:

- [1] 田东利,赵煜.化工项目环评工程分析方法[J].化工管理,2020(04):49-50.

(上接第245页)大托盘,规格为300×300×16mm,拱高60mm。

### 4 成果

根据伊田煤业2202综放工作面开切眼的工程地质与生产技术条件,以围岩物理力学性质及地质力学评估信息为基础,借鉴国内外先进的锚杆支护设计方法和最新的锚杆支护理论研究成果,综合运用数值模拟试验、工程类比分析以及理论计算等手段和方法,对其围岩稳定性进行了科学评价,确定了2202工作面开切眼的支护设计方案及沿空掘进巷道护巷煤柱的合理宽度,得出如下主要结论:

①伊田煤业2202综放工作面开切眼属于Ⅳ类不稳定煤层巷道,其主要特征为:巷道沿煤层底板掘进,两帮及顶板围岩强度较低,煤体较破碎;巷道服务时间较短,属于工作面回采巷道;巷道要经历掘进及本工作面采动影响,采动应力对巷道围岩稳定性的影响比较明显;②伊田煤业2202综放工作面开切眼顶板的合理支护形式可以选择为“锚杆+锚索+金属网+钢筋梯子梁”形式,巷帮的合理支护形式可以选择为“锚杆+金属网+钢筋梯子梁”形式。采用这种支护结构时,可以保证巷道安全生产,同时兼顾支护成本较低的原则,巷道顶底板以及两帮围岩移近量可以得到有效控制;③伊田煤业2202综放工作面运输顺槽的

顶板选用规格为Φ20×2400mm的左旋螺纹钢锚杆,锚杆间排距为1000×1000mm,安装预紧扭矩≥300N·m;巷道非采帮选用规格为Φ20×2000mm的左旋螺纹钢锚杆,锚杆间排距为900×1000mm,安装预紧扭矩≥300N·m;巷道采帮选用规格为Φ20×2000mm的玻璃钢锚杆,锚杆间排距为900×1000mm,安装预紧扭矩≥40N·m;顶板锚索选用Φ18.9×7300mm的高强度低松弛预应力钢绞线,间排距为2200×2000mm,安装张拉预紧力≥210kN。

### 5 结语

总而言之,本次伊田煤业2202综放工作面开切眼的支护设计方案是针对正常地质条件下得出的,而巷道实际掘进过程中可能会遇到地质构造或围岩破碎较严重等特殊地质条件。因此,掘进施工过程中如果遇到特殊地质条件,应具体情况具体分析,在常规巷道支护设计方案基础上,根据现场实际情况对支护方案作相应的分析、论证和调整,确保巷道围岩可以得到有效控制。

### 参考文献:

- [1] 杜朋.特厚煤层综放面沿空护巷煤柱稳定性及支护技术研究[D].淮南:安徽理工大学,2020.  
[2] 张慧龙,王镇.沿空掘巷护巷煤柱尺寸的确定与巷道支护设计[J].煤炭与化工,2016(02):115-121.