

# 薛虎沟矿 1209 工作面松软煤层巷道围岩控制技术研究

高 波 (霍州煤电集团河津薛虎沟煤业有限责任公司, 山西 临汾 041000)

**摘要:** 为保障薛虎沟矿近距离煤层下巷道围岩的稳定, 结合矿井地质条件, 加强巷道顶板支护设计采用锚杆锚索 + 金属网的联合支护技术。并对优化后的支护效果进行监测分析, 实践效果良好, 有效解决了受上部采空区带来的影响, 保证巷道围岩的稳定。

**关键词:** 近距离煤层; 支护优化; 围岩稳定; 联合支护

近距离煤层在开采时, 由于采取下行开采方式, 相临较近的下部煤层在布置巷道易受到来自上部煤层压力的有效, 导致巷道围岩变形, 增加支护难度。如何解决近距离下煤层巷道围岩变形和支护成为该地质类型矿井研究的主要课题, 薛虎沟矿 2<sup>#</sup> 煤层上方 1<sup>#</sup> 煤层采空区, 煤层平均间距 4.5m, 为近距离煤层下行开采。

## 1 工作面概况

薛虎沟矿位于山西省河津下化乡陈家岭村, 生产能力 90 万 t/a, 主采煤层为 2<sup>#</sup>、10<sup>#</sup> 煤层, 2<sup>#</sup> 煤层的平均厚度为 4.9m, 10<sup>#</sup> 煤层平均厚度为 2.6m, 两煤层间的距离为 6m, 属于近距离煤层, 在实际生产过程中选定下行式开采, 上煤层巷道预留 20m 护巷煤柱, 2<sup>#</sup> 煤层巷道选定锚杆锚索 + 金属网的联合支护方案, 但由于巷道的应力属于非对称分布, 所以造成巷道两帮的移近量较大, 帮部的变形严重。帮部锚杆收到不同程度的破坏, 严重影响下煤层巷道的安全开采。

## 2 近距离煤层巷道支护研究

### 2.1 近距离煤层巷道支护理论

近距离上煤层开采后, 使得巷道的围岩应力重新分布, 上煤层巷道的区段煤柱会形成应力集中区, 在进行下煤层开采时, 下煤层巷道受到上部煤层巷道底板应力集中的影响出现一定的变形。承载压力是自上而下, 随着传递的距离加大, 支撑压力逐步降低至原岩应力水平, 所以为降低下煤层巷道变形需要将下煤层巷道设置在上煤层巷道底板承载应力扩散区域以外, 支护可削弱承载应力的传递。

在近距离煤层支护时, 如果巷道顶板有部分软弱岩石, 此时利用锚杆将软弱岩石与坚硬岩层进行联系, 此时的锚杆起到悬吊作用。当巷道的顶板出现分层时, 锚杆支护不仅可以提升顶板岩层间的摩擦力, 降低顶板离层现象, 同时能够提供岩层足够的抗剪强度, 避免出现剪切破坏。同时在易破碎区为防止破碎面积进一步增大, 通过预应力锚杆支护可以形成锥形压应力区, 当支护锚杆的间排距很小时, 此时压应力区形成一个组合拱, 提升围岩强度。

### 2.2 近距离煤层巷道支护原则

近距离煤层巷道顶板支护时应需要遵循: ①及时主动原则, 通过及时进行支护降低围岩发生变形的几率, 使围岩受力均衡; ②可缩性支护, 要根据实际围岩情况选定合适的支护方案及支护参数, 使得整个支护系统具备可缩性; ③扩散及预应力施加原则, 锚杆的支护主要是依赖预先施加的预应力, 所以在进行预应力施加时充分分析围岩特

性, 选定合适的预应力使其锚固区与围岩较好的联合, 形成承压结构; ④增大工作阻力原则, 施加具有高阻力的支护体系, 保证回采空间, 避免巷道变形过大造成作业困难的问题。

### 3 支护方案优化设计

薛虎沟矿为控制 1209 工作面巷道围岩变形程度, 对原巷道支护方案进行优化设计, 提高锚杆长度和强度, 锚杆长度计算公式如下:

$$L_0 \geq L_1 + L_2 + L_3$$

式中:  $L_0$ —锚杆长度, m;  $L_1$ —锚杆垫板厚度, m;  $L_2$ —锚杆有效长度, m;  $L_3$ —锚杆锚固长度, m。

根据地质资料可知巷道的半宽为 2m, 上部帮部破碎区的宽度为 2.4m, 岩石的普氏硬度系数为 2.5, 所以上部巷道锚杆的有效长度计算可得:  $(2.4m + 2m) / 2.5 = 1.76m$ , 下部巷道帮部破碎区的宽度为 2.9m, 岩石的普氏硬度系数为 2.5, 所以上部巷道锚杆的有效长度计算可得:  $(2.9m + 2m) / 2.5 = 1.96m$ ,  $L_1$  根据实际情况一般选定 0.1m, 锚固长度一般为 0.3m, 所以上部下部煤层巷道顶板锚杆长度均选定为 2.4m。同样的对底板锚杆进行计算, 计算得出上下煤层巷道底板锚杆长度分别为 3.4m 和 3.8m, 帮锚杆的长度分别选定为 2.9m 和 3.4m。

对锚杆的间排距进行计算, 计算公式一般为:

$$a \leq 0.5L_0$$

式中:  $a$ —间排距, m;  $L_0$ —锚杆长度, m。

根据计算可知上部煤层巷道顶板间排距为 1200mm × 1200mm, 底板及帮部锚杆间排距根据实际工程情况确定, 分别为: 830mm × 830mm, 900mm × 900mm。下部煤层巷道顶板间排距为 1200mm × 1200mm, 底板及帮部锚杆间排距根据实际工程情况确定, 分别为: 850mm × 850mm, 1000mm × 1000mm。锚杆的直径与锚固力及锚杆材料抗拉强度有关, 其具体表达公式如下:

$$Q \leq \pi d^2 \sigma_t / 4$$

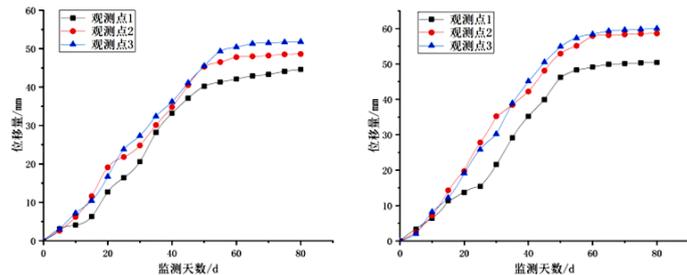
式中:  $Q$ —锚杆锚固力, MPa;  $\sigma_t$ —材料抗拉强度, MPa。

根据计算可知锚杆的直径应大于 18mm, 所以选定锚杆直径 20mm。对上煤层巷道及下煤层巷道进行支护方案设计, 上部煤层巷道顶板锚杆选用  $\phi 20 \times 2400$ mm 左旋树脂锚杆, 顶板每排布置 4 根, 间排距选定为 1200mm × 1200mm, 每支锚杆选定 2 支 Z2360 中树脂锚固剂, 配置 150 × 150 × 8mm 的高强度托盘, 靠近两帮的锚杆向内侧偏移 20°, 顶

板的锚索选定为  $\phi 18 \times 7000$  的钢绞线, 沿巷道中心对称布置, 共三根, 间排距选定为  $1400\text{mm} \times 2100\text{mm}$ 。

巷道底板锚杆选用  $\phi 20 \times 3400\text{mm}$  左旋树脂锚杆, 底板每排布置 5 根, 间排距选定为  $830\text{mm} \times 830\text{mm}$ , 每支锚杆选定 2 支 Z2360 中树脂锚固剂, 配置  $150 \times 150 \times 8\text{mm}$  的高强度托盘, 同时配置高强度垫圈, 采用金属网进行铺平拉紧。巷道帮锚杆选用  $\phi 20 \times 2900\text{mm}$  左旋树脂锚杆, 两帮每排布置 5 根, 间排距选定为  $900\text{mm} \times 900\text{mm}$ , 每支锚杆选定 2 支 Z2360 中树脂锚固剂, 配置  $150 \times 150 \times 8\text{mm}$  的高强度托盘, 靠近顶底板的锚杆向内侧偏移  $20^\circ$ 。

#### 4 监测效果分析



(a) 上煤层顶板位移变形曲线 (b) 下煤层顶板位移变形曲线

图 1 巷道顶板位移变形曲线

对巷道优化支护效果进行分析, 选定上下煤层顺槽部位进行表面位移监测, 不影响正常施工任务的前提下对巷道顶板及两帮距离运输巷巷 10m、30m 和 50m 的位置依次布置 3 个监测点, 用于监测顶底板及两帮的位移变形, 顶

(上接第 163 页) 程的专业知识聘请优秀的管理人员, 以进行良好的人事管理。

#### 3.5 完善化工项目建设进度管理计划

在进行化工项目施工进度管理之前, 管理者应根据化工项目的总体建设情况合理制定化工项目施工进度管理计划, 并要求建设者和设计者对施工计划进行二次审查, 合理的管理计划, 确保化工项目的建设进度。其次, 有必要科学地制定和规定计划中的各种施工程序和周期, 为化工项目的建设提供准确的时间标准, 并确保化工项目能够按规定有序地完成各项施工任务。

#### 3.6 强化工程质量管理观念

在整个化学工程项目的过程中, 质量控制非常重要, 必须在项目的整个施工过程中贯彻质量控制的概念, 以确保项目的质量控制。为了加强工程质量管理, 在化学工程中, 主要在以下几点进行准备: 首先要指出的是, 设计单位和施工单位的有关人员必须完全专业, 并具有化工项目的施工计划。第二是在项目质量控制过程中, 可以使用项目的原始材料, 业主提出的项目变更或一些相关的招标文件作为唯一的施工标准和依据, 以便业主提供优质服务是项目质量控制管理的目标。第三点要在化工项目质量控制、适应性、开放思维的灵活变化, 创新和快速响应能力的过程中加以改进和确保, 以便在施工过程中发现问题时能够及时做出响应, 以避免发生严重的后果。第四点是注重工程质量, 在工程设计过程中充分利用设计准确性、完整性和卓越性的精神, 加强先进科技的开发和应用,

板监测结果如图 1 所示。

在支护初期, 上部煤层的顶板下沉速度很快, 下沉速度的平均值为  $0.72\text{m/d}$ , 在 50 天时, 此时的顶板变形速度明显下降, 在 72 天时顶板的下沉量达到最大值  $52\text{mm}$ , 相比上煤层, 下煤层下沉速度的平均值为  $0.78\text{m/d}$ , 在 58 天时, 此时的顶板变形速度明显下降, 在 77 天时顶板的下沉量达到最大值  $60\text{mm}$ , 顶板的变形均在可接受范围内。

支护初期, 上部煤层的底板的变形速度较快, 变形速度的平均值为  $0.53\text{m/d}$ , 在 65 天时, 此时的底板变形速度明显下降, 在 76 天时顶板的下沉量达到最大值  $38\text{mm}$ 。下煤层底鼓速度的平均值为  $0.92\text{m/d}$ , 在 77 天时底板变形量的最大值  $47\text{mm}$ , 顶板的变形均在可接受范围内。两帮的变形量同样可控, 巷道变形量得到了明显的控制, 巷道稳定性增加。

#### 5 结论

薛虎沟矿为控制近距离煤层下巷道围岩的稳定, 根据矿井地质条件, 采用理论计算得到了近距离煤层上部、下部巷道支护优化方案。实践效果良好, 为验证支护方案的可行性, 选定上下煤层顺槽部位进行表面位移进行动态监测, 监测发现经优化后巷道变形量得到有效的控制, 巷道稳定性增加。

#### 参考文献:

- [1] 张步元. 近距离煤层采空区下回采巷道围岩控制技术研究与应用 [J]. 煤矿现代化, 2019(05):1-3.

更好地实现效率和质量的完美结合。通过以上四点, 可以不断强化施工人员的质量管理观念, 在施工过程中更加注重质量控制, 确保工程质量和施工安全。

#### 3.7 建立系统的人才培训体系

人才培训是整个工程项目的重要组成部分, 培训进一步调动了建筑工人的热情, 包括提高员工的技能水平和培养员工的责任感。在对员工队伍进行培训和建立培训体系的过程中, 要注意系统体系的科学建设, 使之与项目的实际情况更好地结合, 使每个员工在培训期间都能保持足够的工作热情。

#### 4 结束语

本文以化学工程建设的创新管理方法为叙述的主要内容, 首先简要介绍化学工程, 然后详细介绍化学工程的常见问题, 最后提出创新的管理方法。本文主要强调现场施工创新管理的重要性, 并提出一些措施, 以提高相关人员的能力, 同时提高化学工程施工水平, 为化工行业的进步与发展提供参考。

#### 参考文献:

- [1] 杨红英. 石化设计单位档案管理方法及创新研究 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2016, 36(20):31-32.
- [2] 吴守学. 石油化工工程项目施工现场管理措施分析 [J]. 科技创新与应用, 2017(7):273-273.
- [3] 杨从善. 石油化工项目施工管理的优化措施 [J]. 当代化工研究, 2017(3):146-147.