

厚煤层采煤机不易积煤斜护板的研究和应用

张经伦

西安重装德秦技术开发有限公司 陕西 西安 710032

摘要:斜护板是采煤机的核心部件,安装于机身上部,主要作用是阻挡煤岩滑落,避免对井下作业人员和设备造成损害。针对传统斜护板易积煤、负重较大的弊端,本文研发了一款疏煤型斜护板。该护板表面覆盖不锈钢板,借助其光滑特性加速煤尘滑落,降低附加载荷,减轻采煤机行走负担;同时采用多点支承结构设计,具备强度高、抗变形能力强、支承稳定及使用寿命长等优势,可适配井下复杂恶劣的作业工况。

关键词:采煤机;煤;斜护板;支承;防护

引言

煤炭是我国能源产业的重要组成部分,是国家重点关注产业。煤炭产量的提升与煤炭产业的进步息息相关,进而国家对煤炭开采的要求进一步提高。而采煤机的稳定运行直接影响着煤炭产量。斜护板具有收放功能,截割低煤层时通过多点连接结构收回,保证顶部截割空间;截割高煤层或检修时,升起进入工作状态。工作时,斜护板通常与机身形成一定夹角,迸溅滑落的煤岩在碰撞到斜护板上时,会反弹滚落到煤壁侧,起到保护设备及工作人员的作用。对大采高厚煤层截割保护有着重要作用。针对采煤机易积煤的问题,本文对斜护板结构优化、减少积煤方面进行了优化改良,对提高煤矿生产效率具有积极的意义。

1 斜护板常见问题及分析

采高增加会加剧顶板与煤帮围岩位移,扩大设备与围岩的相对落差,同时围岩冒落的煤岩块体尺寸随之增大,对设备的冲击载荷愈发剧烈,易造成斜护板形变,影响生产效率。此外,斜护板上部极易堆积不稳定煤岩,既增加机身重量、降低行走速度,又会在检修时脱落威胁人员安全。随着采煤机采高持续提升,斜护板的功能重要性愈发凸显,但其应用仍存在五大核心问题。

1.1 煤尘堆积问题技术复杂性突出

斜护板需兼顾防护与煤流导向功能,表面倾角处于煤岩颗粒安息角临界区间($28^{\circ}\sim 35^{\circ}$)。当煤尘含水率超8%且平均粒径小于0.3mm时,易形成附着力12-15kPa的堆积层,且堆积量随运行时长呈指数级增长,8小时连续作业后,单侧护板积尘厚度可达15-20mm,等效增重3-5吨。采煤机起伏运行或急停时,积尘层受1.8-2.2倍重力的惯性力作用易块状脱落,1m³煤岩混合物从3.5米采高坠落

的冲击能量达12-15kJ,足以损坏设备、威胁人员安全。在采高 $\geq 6\text{m}$ 的大采高场景中,脱落物自由落体速度超10m/s,冲击破坏力较常规工况增强40%以上,且具有随机性与不确定性,已成为设备停机第三大诱因,单次修复平均耗时4.5小时,严重影响工作面推进效率^[1]。

1.2 结构完整性受双重作用威胁

在煤尘堆积附加载荷与煤岩冲击瞬时作用力的双重影响下,斜护板边角与支撑位置因应力集中尤为脆弱。支撑位置通过U型支架与机身连接,形成应力敏感区域,长期受力易变形。变形后的斜护板不仅削弱防护性能,还可能引发导向滑靴与销排啮合异常,严重时导致行走部卡死,中断采煤作业连续性。

1.3 锈蚀与堆积形成恶性循环

斜护板防锈涂层经煤岩长期撞击摩擦易破损,金属基体与水分、二氧化硫发生电化学腐蚀,形成不均铁锈层,使其抗拉强度和冲击韧性降至未锈蚀时的60%-70%。锈蚀造成的粗糙表面和缝隙,会增强对煤岩颗粒的吸附滞留能力,锈蚀区域煤岩堆积厚度比未锈蚀区域高30%-50%,形成“锈蚀-堆积-更严重锈蚀”的恶性循环,持续影响设备运行。

1.4 支撑油缸同步精度不足

支撑油缸是斜护板核心承载部件,其同步精度决定板面受力均衡性。液压控制系统流量分配偏差,会导致两侧油缸伸缩行程产生5-15mm同步误差,该误差在板面传递中被放大,形成沿护板跨度方向的扭矩,加剧局部应力集中,加速结构疲劳变形。

1.5 后沿防滚落设计存在缺陷

传统斜护板平放时难以约束煤岩流动,若后沿高度不足或未设防滚落结构,煤岩易在自重作用下滚落。采煤机转向、启停等非稳定工况下,惯性力与重力叠加会加剧滚落现象,单次滚落煤岩量可达0.5~1m³。这不仅造

作者简介:张经伦(1982—),男,陕西西安人,汉族,工程师,现任西安重装德秦技术开发有限公司副总经理。

成资源浪费，还会堵塞运输通道，单次清煤需2-3名工人耗时1-2小时，增加作业强度与安全风险。

2 改进措施

2.1 斜护板工作时的倾斜角度在30°左右，小于煤岩的安息角。肯定会有煤尘、煤矿堆积，斜护板在放下状态堆积更多。8.5×1.5米的斜护板上可堆积约3.2m³煤岩，重量约2.5吨。可以达到斜护板板面重量的三分之一。

松散物料在堆放是能够保持自然稳定状态的最大角度（单边相对底面的角度）称为松散物料安息角，简称安息角。松散物料在堆积达到安息角后，在往上堆这种松散物料，就会自然溜下，只会增加高度同时加大底面积，堆积的角度不变^[2]。

表1 松散物料安息角

运动时的安息角	静止时的安息角	物料名称	堆密度 (t/m ³)
40°	45°	泥煤	0.25~0.5
40°	45°	泥煤(湿)	0.5~0.65
35°	35~45°	褐煤	0.6~0.8
27~30°	27~45°	无烟煤	0.7~1
30°	27~45°	烟煤	0.8
—	37~45°	无烟煤粉	0.84~0.89
—	37~45°	烟煤粉	0.4~0.7

安息角与物料颗粒大小和附着表面的光滑程度有关系。物料颗粒越大安息角越小。表面越光滑，安息角越小。含水量增加也会增大安息角。

提高灭尘效果，可以降低斜护板上方煤尘堆积周期。

提高表面光滑度的办法一般是涂漆，一般油漆硬度难以达到钢材硬度，容易磨损。另外锈蚀等也会降低表面光滑度，需要采取防锈措施。

2.2 提高板材强度是家少斜护板变形最有效途径。

斜护板板材采用了Q690高强度结构用钢，主板厚度16mm。Q690强度比Q345提高约1倍，比Q460提高约1.5倍，且吸收功更多，具有更高的抗冲击能力。因此Q690板材非常适合用作大采高工作面防护装置的主体板材。

表2 板材的力学性能

材料	屈服强度σ _s 厚度16~40mm	抗拉强度σ _b 厚度 ≤ 40mm	断后伸长率Ψ 厚度 ≤ 40mm
Q345	≥ 335MPa	470~630MPa	≥ 21%
Q460	≥ 440MPa	550~720MPa	≥ 17%
Q690	≥ 670MPa	770~940MPa	≥ 14%

表3 板材冲击吸收功

12~150mm钢板冲击吸收功A _{KU}		
Q345	Q460	Q690
≥ 34J	≥ 34J	≥ 55J

2.3 优化结构设计强化薄弱点。优化筋板设计及结

构，可以在同种厚度板材获得更高的强度。支撑位置也是容易产生变形断裂的位置，可以以支撑点为中心设计放射性筋板，加垫板增加受力面积。

油缸的同步方法可以采取机械结构强制同步；也可以采取分流器，通过流量相同达到油缸动作同步的目的^[3]。

合理化结构，平放时后沿要高于整体表面，避免煤岩滚落。

3 结构方案介绍

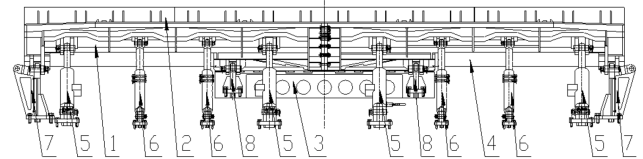


图1 斜护板结构图

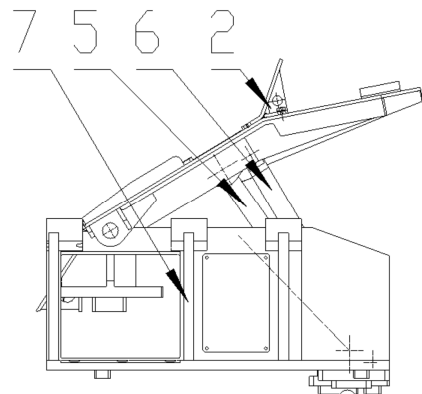


图2 斜护板结构图

- 1.护板体 2上护板 3中间护板 4油缸护板 5支承油缸 6机械支撑杆 7龙门支承座 8中间支撑座

护板体（1）是斜护板的主体部分，左右两片采用螺栓和销子连接为刚性的一体。斜护板宽度大体相当于机身宽度，弯曲向下结构，利于提高主板面部分的抬高角度。

上护板（2）靠近行人侧，即使在斜护板放下的时候也高出主护板，在斜护板放下的时候防止煤岩向行人侧滚落。上护板在必要的时候可以拆除。上护板和板体之间虽然不容易进入煤矿，但是煤粉会在三角区域积聚，需要定期降下斜护板倾倒入煤粉。

中间护板（3）斜护板、电控箱以及调高油缸之间的护板。

油缸护板（4）拆卸掉后可从此处取出调高油缸而不必拆除整个斜护板。

支承油缸（5）、机械支撑杆（6）各四根，一端铰接在机身，一端铰接在斜护板上。油缸推动斜护板，实现移动。机械支撑杆上有多个固定孔，斜护板升到需要位置后插入锁紧销固定，是辅助支撑设备。油缸平面和

支撑杆平面有一定夹角，扩大支撑区域，可防止斜护板沿支撑线发生变形。

龙门支撑座（7）、中支撑座（8）各两个，是将斜护板固定在牵引部和电控箱上面的部件。龙门支撑座中间龙门用于调高油缸活动，铰接安装有摇臂护板，有防护摇臂上煤岩滚落到机身的作用。

斜护板板材采用Q690高强度结构钢。斜护板下面设计了米字形状的筋板，周围也有一圈筋板，构成了箱格状。具有支撑强度高、强度轻、抗冲击、抗弯能力强的特点^[4]。

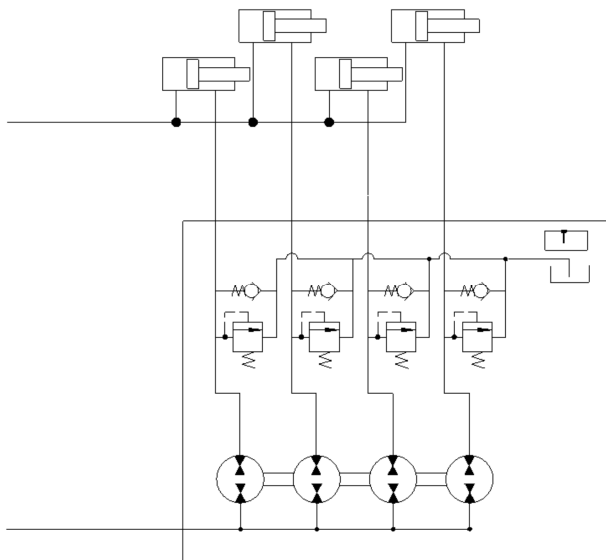


图3 液压原理图

斜护板油缸采用高精度分流器供油（图3），流量分配精确，油缸动作一致。油缸内置位移传感器，用以检测斜护板的翻转角度，可以时间斜护板升降的远程自动化操纵。

斜护板主体表面覆有一层2mm米厚的1Cr13不锈钢薄板，采用螺钉紧固与塞焊孔焊接结合的方式紧密贴合在护板主体表面，不易鼓包翘起。该材料耐锈蚀性能良好，可以有效避免钢材产生锈蚀空洞。经过实验测量可以降低5~10°。1Cr13不锈钢马氏体不锈钢，经调质处理，其强度远高于1Cr17铁素体不锈钢。1Cr13冲击吸收功与1Cr17不锈钢相当，高于2Cr13，不容易产生脆性断裂。因此1Cr13不锈钢具有良好地综合力学性能^[5]。

表4 常用不锈钢材料力学性能

材料	类型	σ_s /MPa	σ_b /MPa	Ψ /%	A_{ku} /J
1Cr17	铁素体	≥ 205	≥ 450	≥ 50	78
1Cr13	马氏体	≥ 345	≥ 490	≥ 55	78
2Cr13	马氏体	≥ 440	≥ 635	≥ 50	63

4 应用实例

此斜护板在神东煤炭集团上湾煤矿采煤机上实装，煤层工作面长300米，使用西安煤矿机械有限公司设计生产的MG1100/3030-GWD采煤机，是国内自主研发的首台（套）8.8米采煤机。该采煤机搭载了不易积煤斜护板。该机采高8.8米，机面高度4.15米，岩石从煤壁滑落到斜护板上的最大落差你超过4米。护板总宽为8.5米。其斜护板因跨度较大，承受冲击载荷显著。该设备自2019年9月20日投入运行以来，日均产量稳定在4.5万吨以上。液压油缸伸缩同步性优异，运行中未发生扭转卡滞或推移不畅等异常情况。

5 结论

综上所述，针对斜护板工作中面临的煤岩堆积与变形问题，可通过多维度技术优化实现性能提升。在堆积问题上，依据安息角特性，采用后沿弯曲设计以合理提高倾斜角度，结合表面涂漆防锈与提高光滑度措施，既能减少煤岩滞留，又可通过改善灭尘效果延长清洁周期；这些技术措施环环相扣，从材料选型、结构设计、表面处理到动力控制形成系统性优化，有效解决斜护板在大采高工作面的实际应用难题，为煤矿安全生产设备的可靠性与高效性提供了切实可行的工程解决方案。

参考文献

- [1]王广. 特厚煤层采煤机摇臂研制[J]. 煤矿机械, 2025, 46(2): 46-49.
- [2]原长锁, 负瑞光. 8.8m特厚煤层采煤机改造设计与受力分析[J]. 煤炭工程, 2020, 52(6): 6-9.
- [3]张晓永. 特厚煤层采煤机支撑组件设计[J]. 煤矿机械, 2021, 42(9): 108-110.
- [4]朱信平. 特厚煤层采煤机摇臂行星机构的故障分析[J]. 煤矿机电, 2020, 41(4): 53-54, 58.
- [5]刘昆民. 中厚煤层采煤机用无动力破碎机研制[J]. 煤矿机械, 2021, 42(8): 67-68.