

刮板输送机中部槽断裂失效机理研究

高 磊 (山西临县西山晟聚煤业有限公司, 山西 吕梁 033000)

摘要: 本文以刮板输送机中部槽帮断裂失效为研究背景, 通过 ANSYS 软件对中部槽断裂失效进行了数值模拟, 针对肋板根部变形严重的结果, 对中部槽各部位进行了参数优化, 优化后的中部槽质量降低了 3.97%, 最大等效应力值降低了 4.9%, 满足了安全生产的需求, 值得大力推广。

关键词: 刮板输送机; 中部槽; 数值模拟; 最大等效应力

0 引言

刮板输送机是矿井综采工作面重要的运输设备, 刮板输送机性能的优良直接决定了工作面推进的速度。中部槽作为刮板输送机运输和承载的主要载体, 对刮板输送机的性能有决定性影响。因为井下特殊的开采环境, 使得刮板输送机既承受垂直应力, 也需承受运行过程中的摩擦力和破碎岩块带来的冲击力。在滑靴运行的过程中, 当底板突起严重时, 导致采煤机的整体重量施加在中部槽上, 因此造成中部槽的断裂失效。目前, 煤矿中因为中部槽失效的案列较多, 中部槽损坏的形式也有很多, 除了采煤机造成的中部槽断裂之外, 哑铃窝凸凹端以及推移耳造成的失效断裂也是主要的破坏形式。因为井下生产环境恶劣, 工作空间较为狭小, 一旦中部槽失效, 进行更换维修将变得非常困难, 导致工作面推进的速度降低, 影响生产的效率。本文针对中部槽断裂现象, 对其进行了力学分析和参数优化设计, 优化后的中部槽有良好的工作性能, 研究结果可供煤矿改进中部槽参考。

1 直线截割工况下中部槽力学分析

采煤机在井下工作时, 直线截割作业是最为常见的一种工作状态。在直线截割作业下, 采煤机对中部槽的力学测量困难, 无法实现, 因为刮板输送机的主体主要是由若干中部槽拼接而成, 因此只了解中部槽中一节的载荷作用便可。中部槽在运动的过程中, 与其相连接的采煤机滑靴以及行走齿轮是影响其力学性能的重要因素, 又因为其特殊的连接方式, 使得中部槽的运动是一个连续的动态过程。为此, 选取三种有代表性的工况对中部槽受力特征进行分析, 从而得到载荷作用下中部槽的力学特性。

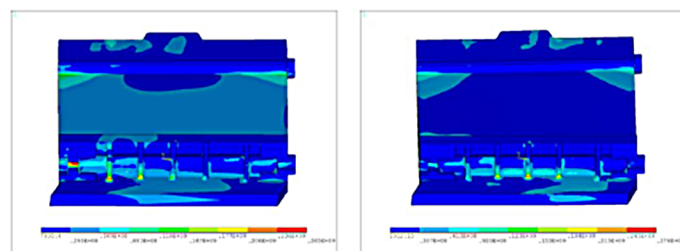
因为实际数据难以测量, 因此利用数值模拟软件进行分析。为了简化对中部槽的力学分析, 对将中部槽的底板、槽帮以及推移耳等部件看做一个整体, 为了充分反映运行过程中不同节中部槽的力学影响, 固选择三节中部槽进行建模分析, 主要分析中间中部槽的力学性能, 因此在模型的建立上, 尽量细化中间中部槽, 简化两端中部槽, 去除多余倒角。

利用 ANSYS 软件, 对中部槽进行建模, 考虑到矿井的实际开采状况, 定义中部槽的材料为 ZG30MnSi, 采用 8 节点、6 级精度的网格控制进行网格划分, 底板性质定义为煤岩, 采用 8 节点、6 级精度的网格控制进

行网格划分。

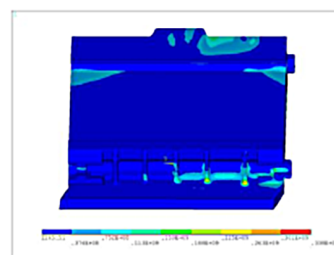
为了反映不同中部槽以及中部槽与底板之间的接触力学, 对接触进行相关的设置, 为了简化力学模型, 设置其为柔性接触, 接触选择节点组元, 大大提高了计算的准确性且缩短了计算时间。在井下工作时, 因为工作环境的复杂性, 中部槽受力也特别复杂, 根据中部槽和滑靴的位置关系, 将中部槽力学分为第一工况、第二工况和第三工况三种情况进行分析。第一工况为滑靴位于支座的左侧, 第二工况为滑靴位于支座的中间, 第三工况为滑靴位于支座的右侧。

模型建立成功后, 根据实际状况对模型施加载荷, 得到图 1 所示的不同工况下中部槽应力云图, 从图中可以看出, 不同工况下模型的前槽帮肋板根部周围的应力集中现象明显, 根据实际的生产经验, 当中部槽损坏后, 两肋板根部裂纹扩展明显, 但是因为裂纹源不同使得两侧的裂纹扩展没有贯穿, 而是从各自的肋板根部扩展发育。因为材料的抗压强度大于模拟中的等效应力, 因此中部槽不会出现断裂状况。



(a) 第一工况
下模型等效应力云图

(b) 第二工况下
模型等效应力云图



(c) 第三工况下模型等效应力云图

图 1 不同工况下中部槽应力云图

根据上述讨论可以得到, 肋板根部所受的等效应力影响着裂纹的扩展, 而载荷直接影响着肋板根部的等效应力。所以可以得到滑靴作用是导致中部槽断裂的主要原因。

原因。当滑靴在中部槽上方时，采煤机的重量通过滑靴施加在中部槽上，当采煤机运行时，中部槽还受到摩擦力的作用，虽然底板起到一定的支撑作用，但是在压力的长期作用下，铲煤板依旧会发生严重的变形，在前槽帮肋板的阻碍作用下，导致肋板根部产生变形，因此滑靴所受的垂直应力是影响肋板开裂的主要原因。

2 中部槽多目标驱动优化

通过对中部槽力学分析发现工作状况下，中部槽的断裂主要是因为铲煤板受力过大引起，因为中部槽的受力特征可以看做多载荷的静力受力，因此从静态的角度对中部槽进行优化设计，从而降低铲煤板肋板根部的受力，提高中部槽的稳定可靠性。对于中部槽的优化设计，利用 ANSYS 软件中的 Workbench 模块进行分析。优化方案中中部槽的具体参数如表 1 所示。

表 1 中部槽各部位参数以及优化结果

序号	肋板厚度 /mm	铲煤板厚度 /mm	铲煤板长度 /mm	肋板根部倒角 /mm	承受压力 /MPa	总质量 /kg
1	26	73	219	25	2.35E8	531.25
2	27.13	59.23	207.45	17.65	3.57E8	589.32
3	27.13	85.32	207.45	17.65	2.25E8	524.16
4	27.13	56.31	231.25	17.65	3.67E8	584.32
5	27.13	86.32	231.25	17.65	2.15E8	532.16
6	27.13	54.68	207.45	31.87	3.64E8	597.21
7	27.13	87.56	207.45	31.87	2.42E8	571.39
8	27.13	59.32	231.25	31.87	3.24E8	534.21
9	27.13	85.26	231.25	31.87	2.54E8	597.25
10	29	73	219	25	2.15E8	561.02
11	29	52	219	25	3.86E8	512.38
12	29	94	219	25	2.46E8	601.38
13	29	75	219	25	2.86E8	582.31
14	29	74	219	25	2.35E8	542.1
15	29	73	219	25	3.14E8	561.05
16	29	71	219	35	2.64E8	562.41
17	32.67	58.34	207.45	15	2.59E8	521.91
18	32.67	84.32	207.45	17.65	2.38E8	527.36
19	32.67	57.32	231.25	17.65	2.5E8	584.23
20	32.67	84.12	231.25	17.65	2.26E8	531.25
21	32.67	58.21	207.45	17.65	2.39E8	594.16
22	32.67	82.36	207.45	31.87	3.14E8	530.64
23	32.67	59.32	231.25	31.87	2.54E8	572.15

为了更直观的观察各参数下中部槽的等效应力，绘制图 2 所示的设备参数三维应力响应图，从图中可以看出，中部槽的等效应力随着输入参数的增加整体呈现降低的趋势，当各参数增加时，中部槽的质量也增加。从图 (a)、图 (b)、图 (c) 中可以看出，当肋板厚度、铲煤板厚度、铲煤板长度以及肋板根部倒角参数增加时，曲线的斜率呈现降低的趋势，说明参数的增加并不会一直降低设备的等效应力值，而一直增加设备的参数使得中部槽的质量增加，使得设备投入成本增加。为此，应该选择最佳的优化参数，当肋板厚度为 27.13mm、

铲煤板厚度为 59.32mm、铲煤板长度为 231.25mm 以及肋板根部倒角为 31.87mm 时，中部槽的承受压力为 3.24E8MPa，设备的质量为 534.21kg，成本投入较大，设备的承压能力较大。

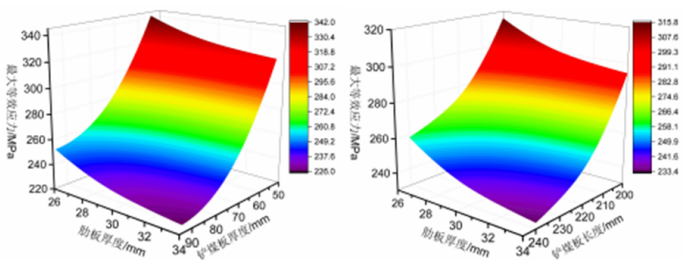


图 (a) 肋板厚度与铲煤板厚度等效应力图 图 (b) 肋板厚度与铲煤板长度等效应力图

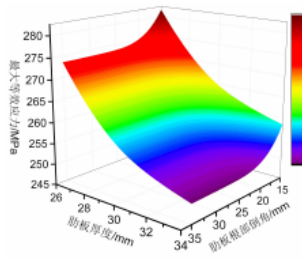


图 (c) 肋板厚度与肋板根部倒角等效应力图

图 2 设备参数三维应力响应图

将优化后的参数建立为模型与原有参数下的模型进行比较，得到表 2 所示的对比结果。

表 2 尺寸优化前后中部槽参数对比

参数	模型质量 /kg	最大等效应力 /MPa
优化前	556.35	285.3
优化后	534.21	271.3

对比优化前后的模型质量，优化后模型较原模型的质量降低了 3.97%，中部槽承受的最大等效应力值降低为 4.9%。通过中部槽多目标驱动优化降低了设备的质量以及等效应力值，可以有效避免中部槽断裂的现象。

3 结论

本文通过对刮板输送机在直线截割工况下力学分析，得到无论在何种工况下，中部槽在压力以及摩擦力的共同作用下肋板根部都会出现严重的变形，最终导致中部槽槽帮的断裂失效，针对此问题进行了中部槽多目标驱动优化，得到了最佳的优化参数，且优化后的中部槽质量下降，最大等效应力也降低，提高了中部槽的可靠性。

参考文献：

[1] 乔红兵,何成亮,焦智等.刮板输送机液力耦合器组控制系统设计研究[J].煤炭工程,2017,49(8):152-154.
[2] 李隆,廉自生.刮板输送机可控起运装置液压系统分析[J].煤炭技术,2016,35(3):262-264.
[3] 辛鑫.CST 可控传动装置在综采面刮板输送机中的应用及矿用减速器的润滑方式[J].机电工程技术,2017,46(5):172-174.