

# 新型矿用刮板输送机紧链机构设计与性能优化研究

刘少兵

山西潞安煤炭技术装备有限责任公司, 山西 长治 046204

**摘要:** 本文聚焦新型矿用刮板输送机紧链机构, 针对现有刮板输送机紧链机构调节不便等问题展开分析。经过分析, 设计的新型紧链机构由传送座、传送紧链座等构成, 紧链调节座通过多种滑移结构和传动丝杆实现精准紧链调节, 传动座及辅助机构协同保障设备运行。本文为矿用刮板输送机紧链机构的升级改进提供了有效方案, 有助于提高矿山生产效率与设备可靠性。

**关键词:** 矿用刮板输送机; 紧链机构; 性能优化; 结构设计

## Research on Design and Performance Optimization of a New Type of Chain Tensioning Mechanism for Mining Scraper Conveyors

Liu Shaobing

Shanxi Lu'an Coal Technology and Equipment Co., Ltd. Changzhi, Shanxi 046204

**Abstract:** This paper focuses on the new type of chain tensioning mechanism for mining scraper conveyors and analyzes the inconvenience of adjusting the existing chain tensioning mechanisms. Through analysis, the designed new chain tensioning mechanism consists of a transmission seat, a transmission chain tensioning seat, etc. The chain tensioning adjustment seat achieves precise chain tensioning adjustment through various sliding structures and transmission screw rods, and the transmission seat and auxiliary mechanisms work together to ensure equipment operation. This paper provides an effective solution for the upgrade and improvement of the chain tensioning mechanism of mining scraper conveyors, which helps to improve mine production efficiency and equipment reliability.

**Keywords:** mining scraper conveyor; chain tensioning mechanism; performance optimization; structural design

## 引言

矿用刮板输送机作为煤炭开采及井下运输系统的关键设备, 在整个矿山生产流程中占据着不可替代的重要地位。现有的刮板输送机机尾与张紧机构一体化的设计存在诸多弊端, 开展新型矿用刮板输送机紧链机构设计与性能优化的研究具有重要的现实意义。通过对紧链机构的创新设计, 能够有效解决现有设备在紧链操作方面存在的难题, 提高紧链调节的便捷性与精准度; 而对其性能进行深入优化, 则有助于提升设备整体的稳定性、可靠性以及使用寿命, 降低设备的维护成本与运行能耗, 从而为矿山企业实现高效、安全的生产目标提供有力的技术支持, 推动整个矿山行业的可持续发展。

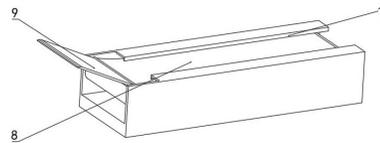
## 一、新型紧链机构设计原理

### (一) 整体结构组成

相较于其他矿用输送机, 矿用刮板输送机之所以可以在煤矿综采工作面中得到广泛应用, 主要是由于矿用刮板输送机具有结构坚固、机身较矮、结构简单、运输能力强等特点<sup>[1]</sup>。新型矿用刮板输送机的整体结构主要由传送座、传送紧链座等构成。传送座呈上端开口的方形槽状, 沿前后方向延伸, 其内侧中部设有运输平台, 用于承载和输送物料, 如下图1-1。传送座后端连接传送紧链座, 传送紧链座又分为下侧的紧链调节座和上侧的传动座。传动座上固定安装两个左右对称的传动电机, 电机连接传动箱,

两个传动箱之间设置传动轴。传动轴外侧套接组合转轴, 组合转轴两端固定传动

凸轮, 传动凸轮外侧套接连接链条, 两副连接链条间设有连接刮板, 连接链条和



连接刮板延伸至传送座内部, 实现物料的传输功能<sup>[2]</sup>。

### (二) 紧链调节座设计

紧链调节座包含第一紧链板和第二紧链板, 第一紧链板滑动设置在第二紧链板上方, 如图1-2。在第二紧链板左右两侧端面,

各设有一个沿前后方向延伸的第一滑移槽，与之对应的是，第一紧链板左右两侧端面下端分别固定一个第一滑移块，第一滑移块可在第一滑移槽内滑动。同时第二紧链板上端面设置两条左右对称的第二滑移槽，第一紧链板下端面则有两个与之配合的第二滑移块，这种双重滑移结构设计，使得第一紧链板能稳定地在第二紧链板上沿前后方向滑动，如图1-3。第二紧链板上端面中部的第三滑移槽内转动安装着传动丝杆，传动丝杆前端固定第一锥齿轮<sup>[3]</sup>。第一紧链

板下端面中部的第三滑移块带有螺纹槽，它插在第三滑移槽内并与传动丝杆螺接，参考图1-2和1-3。在第二紧链板前端边缘内侧，转动设置

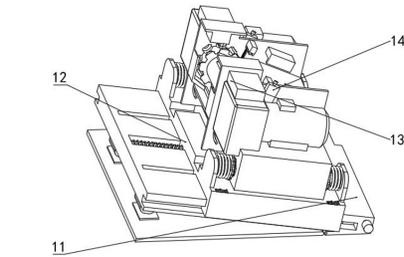


图 1-2 传动座与第一紧链板、第二紧链板之间的连接示意图

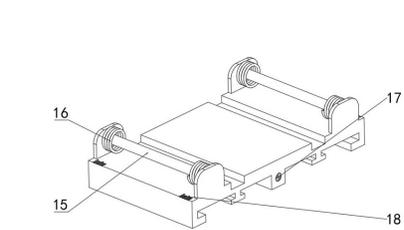


图 1-3 第一紧链板的立体示意图

着沿左右方向的旋钮连轴，旋钮连轴一端伸出并固定第一调节旋钮，另一端固定第二锥齿轮，第一锥齿轮与第二锥齿轮相互啮

### （三）传动座及相关部件设计

传动座作为动力传输和链条传动的关键部分，安装有两个左右对称的传动电机，电机的输出轴与传动箱的输入轴固定连接。传动箱输出轴再与沿左右方向水平设置的传动轴两端相连，为传动轴提供动力使其转动。组合转轴由两个半圆筒状结构通过螺栓和螺母拼接成两端开口的圆筒状，紧密套接在传动轴外侧中部<sup>[4]</sup>。组合转轴外侧面两端固定的传动凸轮，其特殊的结构设计使得连接链条能够稳定地套接在外侧。当传动轴转动时，带动组合转轴及传动凸轮同步转动，进而驱动连接链条运动，实现刮板输送机对物料的输送功能。

## 二、紧链机构性能分析

### （一）紧链调节性能

新型紧链机构通过传动丝杆与螺纹槽的配合实现紧链调节，在第二紧链板的第三滑移槽内转动设置传动丝杆，第一紧链板的第三滑移块螺接于传动丝杆外侧。当转动第一调节旋钮时，旋钮连轴带动与之啮合的第一锥齿轮和第二锥齿轮转动，从而使传动丝杆旋转。由于螺纹连接的特性，第一紧链板能够沿着第二紧链

板精确地前后滑动，这种机械结构设计保证了紧链调节的高精度。第一滑移槽与第一滑移块、第二滑移槽与第二滑移块的双重导向结构，进一步增强了第一紧链板滑动的稳定性，使得在调节过程中不易出现偏移或卡顿现象，提高了紧链调节的可靠性<sup>[5]</sup>。

第一弹簧与观测刻度在紧链调节量控制方面发挥了重要作用，两个导向柱分别固定在第一紧链板上端面左右两端上方，传动座滑动套接在导向柱外侧，第一弹簧套接在导向柱上，其两端分别与固定板和调节套接触。通过转动调节套，可以调整第一弹簧的压缩量和回弹力，进而调控传动座的前后位置<sup>[6]</sup>。同时在第一紧链板的上端面左右两侧边缘设置观测刻度，传动座的左右两侧端面延伸至观测刻度处。操作人员在调节调节套时，能够直观地观察传动座与观测刻度的对应情况，实现对传动座前后位置的定量调整，确保链条的张紧度处于合适范围，避免因链条过紧或过松带来的不良影响。

### （二）链条清洁与润滑性能

夹持清洁机构对链条的清洁效果显著，清洁座固定在固定侧板上，内部转动设置双向丝杆，双向丝杆的转动由第二调节旋钮控制。两个清洁刷分别与双向丝杆的两端螺接，并在清洁座的连通槽内滑动，其另一端延伸至连接链条的上下两侧且与链条接触。当转动第二调节旋钮时，双向丝杆带动清洁刷相互靠近或远离，从而实现对连接链条的夹紧和松开。在链条运行过程中，清洁刷能够有效地清除链条表面附着的杂质，如煤渣、灰尘等<sup>[7]</sup>。这种可调节的夹持清洁方式，确保了清洁刷与链条始终保持良好的接触，提高了清洁效果，减少了杂质对链条和传动轴的磨损，延长了设备的使用寿命。

冷却液涂抹机构为链条和传动轴提供了良好的润滑保护。蓄液盒固定在固定侧板上，内部灌注冷却液，储棉盒位于连接链条上方，通过导液棉条与蓄液盒相连。导液棉条将蓄液盒中的冷却液引导至储棉盒下端的抹油凸棉上，抹油凸棉与连接链条接触，从而将冷却液均匀地涂抹在链条上。冷却液能够在链条与传动轴之间形成一层润滑膜，降低两者之间的摩擦系数，减少摩擦产生的热量。这不仅提高了链条传动的效率，还降低了因高温导致的链条和传动轴的损坏风险，进一步延长了设备的使用寿命。

### （三）设备稳定性与可靠性

限位凸板和限位凸块对链条的限位作用极大地提升了设备运行的稳定性。在传送座的上端开口左右两侧固定设置限位凸板，两块固定侧板相互靠近的一端侧面分别固定设置限位凸块。在链条运行过程中，限位凸板和限位凸块分别与连接链条接触，限制链条的横向移动和跳动。这使得连接刮板在运输物料时能够保持稳定的滑移，避免因负载偏差导致连接刮板偏斜，保证了物料输送的平稳性。同时对链条位置的有效限定还能减轻链条绷链时对设备造成的破坏，提高设备的可靠性。

液压千斤顶和铰接支撑板的配合能够调整传动座的整体角度，增强设备的稳定性。在第二紧链板的下端面后侧设置铰接槽，铰接支撑板安装在铰接槽内，其前端边缘与铰接槽前侧内壁铰接。液压千斤顶的缸底一端与铰接槽顶面后侧边缘连接，活塞杆一端通过支撑顶块与铰接支撑板上端面后侧边缘的防护垫接

触。当需要调整传动座角度时，通过控制液压千斤顶活塞杆的伸缩，改变铰接支撑板与第二紧链板之间的角度，进而调整传动座的倾斜度<sup>[8]</sup>。这种设计使得设备在不同的工作场景下，如将物料放入不同高度的货箱时，能够保持良好的稳定性，确保设备正常运行。

### 三、性能优化策略

#### (一) 结构参数优化

运用数值模拟软件，如 ANSYS 等，建立矿用刮板输送机紧链机构的模型。针对紧链调节座，改变第一紧链板和第二紧链板的长度、宽度以及厚度等尺寸参数进行模拟分析，发现适当增加第一紧链板和第二紧链板的长度，可增大其滑动行程，使紧链调节范围更广，能更好地适应不同工况下链条的张紧需求<sup>[9]</sup>。同时合理调整两者的厚度，能增强紧链调节座的结构强度，减少在紧链操作过程中因受力而产生的变形，提高紧链调节的精度和稳定性。

导向柱的位置对传动座的运动稳定性和紧链效果有重要影响。通过模拟不同导向柱位置下传动座的受力情况和运动轨迹，发现将导向柱向传动座的中心位置适当靠近，可以减小传动座在运动过程中的晃动幅度。这是因为导向柱位置的改变，调整了传动座所受的支撑力分布，使其在沿导向柱滑动时更加平稳。在实际应用中，根据模拟结果对导向柱位置进行优化调整后，设备运行时传动座的振动幅度明显降低，有效减少了因振动对链条和其他部件造成的磨损，提高了设备的整体稳定性和可靠性。

#### (二) 材料选择优化

现有的刮板输送机链条在长期使用过程中，容易受到磨损和拉伸，影响其使用寿命和传输效率。考虑选用高强度、高耐磨的合金钢材料，如 35CrMo 合金钢，这种材料具有良好的综合机械性能，其抗拉强度和屈服强度较高，能够承受更大的拉力，减少链条在运行过程中因受力而被拉长或断裂的风险，同时它的耐磨性也优于普通钢材，能有效降低链条与链轮、导轨之间的摩擦磨损，延长链条的使用寿命。

清洁刷的材料直接影响其清洁效果和使用寿命。传统的清洁刷材料可能在清洁过程中容易磨损，导致清洁效果下降。选用新型的耐磨且具有良好柔韧性的橡胶复合材料作为清洁刷材料。这种材料不仅能够有效地清除链条表面的杂质，还能在与链条接触时更好地贴合链条表面的形状，提高清洁的全面性<sup>[10]</sup>。同时其良

好的柔韧性可以减少清洁刷对链条的损伤，避免因清洁刷过硬而刮伤链条表面。实际使用中，采用该橡胶复合材料清洁刷后，链条表面的杂质残留量明显减少，清洁效果提升了约 30%，且清洁刷的更换频率降低了约 50%。

对于冷却液涂抹机构中的蓄液盒、储棉盒等部件，选择耐腐蚀、耐化学性好的塑料材料，如聚丙烯 (PP)。PP 材料具有良好的化学稳定性，能有效抵抗冷却液的腐蚀，保证部件的使用寿命。而且 PP 材料密度较低，质量较轻，便于设备的安装和维护。在导液棉条的选择上，采用吸水性强、耐水性好的合成纤维材料，能够更高效地将冷却液引导至抹油凸棉上，确保冷却液均匀涂抹在链条上。使用优化后的材料制作冷却液涂抹部件后，冷却液的泄漏问题得到有效解决，涂抹效果更加稳定，延长了冷却液涂抹机构的维护周期。

#### (三) 控制策略优化

在刮板输送机的紧链机构中安装张力传感器，实时监测链条的张紧力。当传感器检测到链条张紧力低于或高于预设的合理范围时，自动触发控制系统。控制系统根据传感器反馈的信号，控制电机驱动传动丝杆转动，实现对链条张紧度的自动调节。

在夹持清洁机构和冷却液涂抹机构中引入智能控制模块。通过在链条表面安装杂质传感器，检测链条表面的杂质含量。当杂质含量超过设定阈值时，智能控制模块自动启动夹持清洁机构，控制双向丝杆转动，使清洁刷夹紧链条进行清洁。同时在冷却液涂抹机构中设置液位传感器和温度传感器，液位传感器监测蓄液盒内冷却液的液位，温度传感器监测链条和传动轴的温度。当液位过低时，系统发出警报提示添加冷却液；当温度过高时，自动增加冷却液的涂抹量，确保链条和传动轴始终处于良好的润滑和散热状态。

### 四、结束语

本文聚焦新型矿用刮板输送机紧链机构，详细阐述其设计原理。整体结构涵盖传送座、传送紧链座等，紧链调节座采用独特双重滑移结构与传动丝杆配合实现紧链调节。传动座及辅助机构如夹持清洁、冷却液涂抹机构等设计精巧，保障设备运行。性能分析表明，该紧链机构在紧链调节、链条清洁润滑及设备稳定性方面表现出色。

### 参考文献

- [1] 李玉霞. 基于 ANSYS 的矿用刮板输送机驱动链轮优化仿真 [J]. 江西煤炭科技, 2023, (01): 205-207.
- [2] 高红伟, 尚鹏, 王鹏. 矿用刮板输送机链轮磨损与刮卡故障分析研究 [J]. 价值工程, 2023, 42(17): 70-73.
- [3] 刘建伟, 李政, 张召贤. 矿用刮板输送机用动力部无线监测系统 [J]. 新疆有色金属, 2023, 46(02): 27-28. DOI: 10.16206/j.cnki.65-1136/tg.2023.02.009.
- [4] 樊俊杰. 煤矿用刮板输送机中部槽耐磨优化与应用 [J]. 自动化应用, 2023, 64(18): 169-171.
- [5] 郭建军, 王鹏. 浅谈矿用刮板输送机链轮报废及维修标准 [J]. 煤矿机械, 2023, 44(11): 151-154. DOI: 10.13436/j.mkjx.202311044.
- [6] 郭倩. 矿用刮板输送机链条故障及预防措施 [J]. 机械管理开发, 2022, 37(08): 345-346. DOI: 10.16525/j.cnki.cn14-1134/th.2022.08.147.
- [7] 盛松梅. 矿用刮板输送机变频驱动优化设计与应用研究 [J]. 能源与环保, 2022, 44(06): 237-242. DOI: 10.19389/j.cnki.1003-0506.2022.06.037.
- [8] 魏强. 矿用刮板输送机断链故障原因分析及处理 [J]. 煤炭与化工, 2021, 44(S1): 75-77. DOI: 10.19286/j.cnki.cci.2021.S1.029.
- [9] 王润. 矿用刮板输送机常见故障及解决措施 [J]. 机械管理开发, 2021, 36(05): 290-292. DOI: 10.16525/j.cnki.cn14-1134/th.2021.05.124.
- [10] 全伟国. 矿用刮板输送机刮板磨损机理及优化改进 [J]. 山东煤炭科技, 2021, 39(01): 130-132.