

带式输送机托辊密封结构优化设计

高春华

国能神东煤炭皮带机公司 内蒙古 鄂尔多斯 017200

摘要：带式输送机在现代各行业中均有极广泛的应用，主要用于煤炭、冶金、交通、电厂、化工等现代工业企业。其主要是利用输送带按照一定的轨迹将物料从一个点输送到另一个点，具有传输距离长、输送量大、结构简单、易维护等特点。而托辊是带式输送机稳定运行具有重要作用，目前大多数托辊由辊筒、轴承、密封组件以及轴组装而成。尤其是对密封的防水及防尘效果要求很高，以及托辊的运行阻力系数、外圆径向跳动、使用寿命等，这些参数直接影响输送机的性能和运营成本。

关键词：带式输送机；托辊；密封结构优化；发展影响

引言：托辊是带式输送机中用量最大的易耗部件，托辊的性能参数、寿命长短、旋转阻力、径跳的大小对带式输送机的圆周驱动力影响均是非常巨大的。现在托辊的密封形式大多是采用在迷宫密封内设置污染物积存区，使进入托辊密封的污染物通过托辊自身的旋转产生的离心力存储在积存区内，不至于污染轴承，以此来保证轴承的使用寿命，但是这样的做法最终导致积存区的污染物越来越多，就会产生较大的旋转阻力，里面的污染物与锂基润滑脂长时间混合在一起，也会污染轴承的润滑，降低轴承和托辊的寿命。然而迷宫密封永远不能彻底隔绝污染物的影响，真正的控制应该以疏导为主，根据该原理，设计出能够防止污染源的新迷宫式密封结构，使淋水和粉尘不能进入最外侧的第一道迷宫式密封，保证托辊中轴承长期在无污染良好的润滑状态下工作，达到其正常的使用寿命。

1 托辊

1.1 托辊作为输送机的支撑单元，能够承受物料的重量并支撑输送带，确保输送带的正常运转。托辊通过减轻输送带与物料的摩擦力，同时使输送带的运动更加平稳，减少物料的摆动，保障物料的稳定输送。托辊监测和调节输送带的张力，确保输送带保持在合适的张力状态下，带式输送机的稳定运行。在输送物料过程中，托辊能起到缓冲减震作用，减轻物料的冲击力，保证物料的稳定运输。托辊能够引导皮带，防止皮带打滑跑偏，确保带式输送机的正常运行。托辊的质量对带式输送机的运转、皮带的磨损和使用寿命有直接影响。不同类型的托辊有各自独特的作用，例如过渡托辊用于防止物料因皮带突然摊平后撒料，缓冲托辊用于承受物料下落到皮带上的抗冲击力，减少皮带的损耗，从而增加输送带的使用寿命^[1]。

1.2 托辊的核心是轴承，轴承的寿命主要取决于所承载的载荷、质量和轴承及润滑状况。在这几个因素中轴承的润滑状况，直接影响轴承使用寿命的主要原因。托辊一般运行在潮湿多尘的恶劣环境中，托辊在高速运转的情况下，由于内摩擦的存在，必然导致热量的产生，引起轴承密封腔内的温度升高，随着温度的升高润滑脂出现融化现象。托辊在停止运转后，随着温度降低，轴承密封腔内气压下降，从而产生吸气过程。伴随吸气过程，许多大量的粉尘颗粒进入轴承密封腔内，导致润滑脂的污染干化，从而加快了轴承的磨损现象。同时，由于润滑脂随融化现象不断发生而逐渐减少，轴承将在干摩擦状态下运行，这时必加剧轴承的磨损，大大缩短托辊的使用寿命。保护轴承的最好办法是密封结构，托辊的使用效果好坏实际由密封结构所决定，密封结构是托辊的核心技术。

1.3 传统托辊采用的迷宫密封存在很多缺陷，由于加工装配存在误差，托辊在工作过程中会造成旋转环形齿、槽内的相对间隙分布不均匀，甚至会产生相互间的磨损，在间隙大的地方污染物容易进入轴承内，产生磨料磨损而导致磨损的加剧。传统托辊的现场使用中，托辊在卡死不转之前，都会有一个托辊轴承发出的吱吱响声，解剖时发现轴承内粉尘或杂物挤满滚道，轴承滚珠与滚道挤死，或轴承滚珠偏向滚道一边，使轴承卡死不能旋转，或轴承内外圈之间已形成滑动摩擦。另外，轴承在密封结构中，迷宫密封结构具有较差的防水性能。

1.4 为了减少托辊的径向跳动，须提高托辊两端的同轴度的精度。我公司托辊生产装配技术是，以管体外径为基准对管体两端进行加工，轴承座过盈压装工艺技术，减化了生产工艺，避免了焊接变形的误差，有效保证了托辊两端轴承位置的一致性。鉴于冷拔光轴精度不

稳定和弯曲变形的缺陷,通过车、磨削加工冷拔光轴两端,确保轴的同轴度。托辊轴承座为08AL/20#材料制成,并采用过盈配合的方法,经合适的压力压入托辊筒皮的两端,提高了管体两端轴承的同轴度,可将筒皮圆度达不到要求的管体涨圆,从而使托辊的径向圆跳动大大降低。

1.5 托辊质量的好坏对带式输送机的运行阻力、功率消耗及输送带的使用寿命、维护工作量及运输成本具有很大影响。从设计思想上考虑,我公司托辊完全不同于传统托辊,是一种创新的带式输送机托辊。从密封效果上,更加有效地防止有害物质的侵入,保证轴承的工作环境清洁,确保了托辊与输送带之间始终处于滚动摩擦状态。从托辊结构上,托辊的零部件为尺寸一致的标准件、注塑件,采用过盈压装方式,托辊的精度完全可控,这样大大降低了托辊的径向跳动,降低了托辊在运行中的噪音^[2]。

1.6 托辊的动载荷是实际选型中必须加以考虑的。托辊动载荷是由各个方面的因素所产生,主要有:①托辊辊壳偏心转动时产生的动载荷;②托辊偏心转动与输送带相互作用而产生的动载荷;③输送带及物料运动时对托辊冲击产生的动载荷;④输送带横向弯曲振动拍打托辊产生的动载荷;⑤输送带张力变化对过渡段托辊产生的动载荷;⑥高速运行的输送带通过托辊时物料和输送带变形对侧托辊产生作用力,特别是物料中含有大块物料时其冲击力最大。⑦转载处托辊受物料下落的冲击动载荷。正确地计算这些载荷对于选择合适托辊、估算托辊的使用寿命是非常重要意义的。

1.7 托辊的作用还涉及到输送带的使用寿命。合理的选用托辊结构设计且减少输送带在传输物料时所受的冲击力,从而延长输送带的使用寿命。而且,托辊还可以起到保护输送带的作用,防止输送带被物料在传输过程中所损坏。托辊在输煤皮带机中的稳定性也非常重要。如果输送带的稳定性不好,容易导致物料的波动和横向移动,从而就会影响传输效率。因此,在设计输煤皮带机时,需要合理安排托辊的位置和数量,以保证输送带的稳定性和运行效率。

1.8 从各个矿井现场使用情况上,完全克服了传统托辊受力状况差、密封圈老化快、使用寿命短、噪音大的问题。在大运量、高速度、工况条件差的情况下,能稳定地长时间运行,减小了设备停机检修时间和故障出现的概率。我公司在以托辊为依托,在煤矿、矿山、港口、洗选等不同行业进行实际考核、验证和推广应用,为研发新一代智能、高速、低阻、长寿命带式输送机做

出贡献。

2 托辊旧密封结构

旧密封结构形式包括内密封环、迷宫密封、罩盖、防护盖组成。

2.1 迷宫密封采用尼龙材料,尼龙为韧性角状半透明或乳白色结晶性树脂,作为工程塑料的尼龙分子量一般为1.5~3万。尼龙具有很高的机械强度,软化点高,耐热,摩擦系数低,耐磨损,具有自润滑性、吸震性和消音性,耐油,耐弱酸,耐碱和一般溶剂;电绝缘性好,有自熄性,无毒,无臭,耐候性好等。尼龙的吸水性大,影响尺寸稳定性和电性能,纤维增强可降低树脂吸水率,使其能在高温、高湿下工作。其中尼龙的硬度、刚性最高,但韧性最差。

2.2 密封组件由5部分合成,安装时分别在两台压装机进行分体式压装,这样就增加了压装累计误差,从而影响托辊的各项性能指标。在安装时,由于密封组件是过盈配合,所留密封间隙不能完全自由打开,无法使托辊灵活旋转。

2.3 污染物积存区为了有效的控制污染物的进入,因此在托辊组装过程中轴承及迷宫密封腔体中需充满锂基润滑脂,然而增大了托辊的旋转阻力,使旋转阻力平均达到2N,这样就增加了整机的运行阻力,使胶带机寿命大大降低。

2.4 密封防水性能差,浸水试验结果进水量达到200克左右,这样使轴承损坏率提高,从而使托辊的损坏量增加。

2.5 该密封结构形式并不能有效的控制污染物进入密封系统内部,在迷宫密封和罩盖之间设置的较大的污染物积存区虽然可以在一定时间内控制一定量的污染物,让其随托辊的旋转产生的离心力积存在此处,不至于污染轴承的润滑系统,但是运转较长时间后,污染物的积存逐渐增多,势必导致托辊的旋转阻力上升及污染轴承的密封系统^[3]。

3 托辊新密封结构

新密封结构形式包括迷宫密封、内密封套、内密封环、外密封罩组成。

3.1 新迷宫密封采用高分子材料,但高分子材料的强度却相当高,接近或超过钢材,是一种优良的轻质高强度材料。这使得它们在承受一定载荷时能够保持稳定的结构。良好的韧性,高分子材料在断裂前能吸收较大的能量,表现出良好的韧性。这种特性使得高分子材料在受到冲击或振动时能够保持较好的完整性。减摩、耐磨性好,部分高分子材料在无润滑或少润滑的条件下,耐

磨、减摩性能优异，甚至超过金属材料。这一特性使得它们在需要减少摩擦和磨损的应用中具有显著优势。电绝缘性好，高分子材料的电绝缘性能优良，可与陶瓷、橡胶等材料相媲美。耐蚀性好，高分子材料对一般的酸、碱、盐及油脂等具有较好的耐腐蚀性。

3.2 密封组件由5部分合成，密封设计为整体式结构，在托辊组装前，密封组件可在安装前先压合成一个整体密封，然后用专用压装工具压装，这样简化了压装程序，减少压装产生的误差，不影响托辊的各项性能指标，托辊能灵活的旋转。

3.2.1 外密封罩也采用高分子材料，与密封系统整体压装，缩短托辊加工制造周期，依靠其弹性变形将密封系统压装到位后自动回弹。

3.2.2 针对防水性能进行研究，合理的密封结构设计是确保防水性能的关键。需要对密封面的形状、尺寸、过盈量等进行精确设计，以确保密封组件能够紧密贴合，防止水分渗透。确保在运行工况下具备良好的防水性能。经浸水试验测试，进水量为40克，是普通托辊进水量的20%，这样托辊的使用寿命大大提高。

3.2.3 污染物积存区处，轴向密封微隙的布置，更可靠的设计方式可以保证微隙尺寸的精确配合，严格控制进入密封系统的污染物，污染物积存区设置在迷宫密封系统、径向微隙密封外部即轴承座锥形口处，污染物粉尘在进入迷宫密封系统前，由于积存区的进出口在积存腔的同侧，粉尘形成涡流，并使粉尘的速度降低，被吸附于积存区密封组件上，通过托辊旋转产生的离心力排出托辊外部，有效的控制了污染物对系统的影响，提高了轴承及托辊的使用寿命。

3.2.4 外密封罩内部冲压成方孔网格形式，有利于油脂的保存，能够更好的吸附污染物，且该密封组件内部不许涂抹大量润滑脂，只需将雾化润滑油喷涂在密封腔体之间，由于微隙的存在就可以有效的防止污染物对密封系统的污染，经测试旋转阻力只有1N左右。

3.2.5 密封加工精度，采用全新的制造工艺，提高托辊可靠性能，降低劲跳指标，进一步达到降阻、延长使用寿命的目的。

4 迷宫密封组合结构简介

4.1 分体密封采用尼伦材料，没有回弹，在压装时将密封组件过盈的压装在轴承座内，还影响密封间隙，无

法打开合适的间隙，需经过调整以后间隙打开，托辊才能灵活旋转。

4.2 整体密封采用高分子材料，可回弹，在压装整体密封时外密封罩有平台，用专用的压装工具将密封组件过盈的压装在托辊轴承座内，还不影响密封间隙，自然打开合适的间隙，使托辊灵活旋转。

4.3 旧密封对环境变化（如温度、压力、介质变化）的适应能力有限，可能在不同工况下表现不一。

4.4 新密封设计时充分考虑各种工况条件，选用适应性强的材料和结构设计，确保在各种环境下均能保持良好的密封效果。

5 新密封托辊对带式输送机整机发展的影响

新密封托辊的研发成功，解决了长距离带式输送机的突破，对整机运行阻力降低起到了关键性作用，避免因带式输送机输送距离过长、阻力过大而必须选择更高强度、更厚胶带导致的阻力上升的问题。在该新密封托辊研发成功的基础上，我单位将1.4m及1.6m顺槽可伸缩胶带机的运输长度从单点驱动3000米一举延长至6000米，同时也将带式输送机的长距离研发制造带上了一条节能、环保的新的道路，是现带式输送机托辊的完美更新换代产品。新密封托辊的研发和应用填补了国内煤矿行业的空白，推动了国内输送机制造业的发展。

结束语：托辊是带式输送机的主要易耗易损配件，量大面广，其质量直接影响输送机的正常运行。因此，提高托辊质量对降低能耗、节省费用、增加运行可靠度具有很大的关联作用。随着输送机向长距离、大运量、高速度的方向发展，对于托辊在密封结构、润滑脂、加工制作质量、加工工艺方面都提出了更高的要求，只有严格控制工艺、配件质量和润滑脂选择等全过程的科学管理才能从根本上提高托辊的质量，进而延长输送机的维修保养周期，保障带式输送机在高产高效矿井中发挥应有的作用。

参考文献

- [1]杨苍女.托辊的设计与制做[J].煤,2003,12(2):47-48.
- [2]苗彩.带式输送机托辊工艺设计与改进[J].起重运输机械,2012(12):99-101.
- [3]黄万吉,矿山运输机械设计[M].沈阳:东北工学院出版社,1999.