选煤厂机械中关键零部件的磨损与润滑研究

陈怀光
国能集团宁夏煤业公司洗选中心　宁夏　银川　750000

摘　要：选煤厂机械关键零部件的磨损与润滑研究对于提升设备性能和延长使用寿命至关重要。磨损机理主要包括大块物料的冲、撞、砸、压下的设备部件受剪切力作用造成的磨损和环境中煤尘颗粒聚集造成设备转动部位密封磨损老化以及设备自身的疲劳磨损，这些机理在选煤厂机械的复杂工况下相互作用，导致零部件性能下降。为应对磨损问题，选煤厂机械常采用多种润滑方式，包括油润滑、脂润滑、固体润滑剂和液压润滑。这些润滑方式各有特点，能够针对不同工况下的磨损问题提供有效的解决方案，从而确保选煤厂机械的稳定运行和高效作业。

关键词：选煤厂机械；关键零部件；磨损与润滑研究

引言：选煤厂主要加工矿井生产出来的毛煤，通过各种工艺将毛煤排矸、除杂，分选出生活、工业所需要的各类煤炭产品，其中机械作为煤炭洗选的核心设备，其关键零部件的磨损与润滑问题不仅是设备安全运行的基石，更是影响生产效率和使用寿命的关键因素。在高强度、高负荷的作业环境中，零部件的磨损程度直接决定了设备的稳定性和可靠性。深入研究选煤厂机械关键零部件的磨损机理，探索更为高效的润滑技术，不仅可以显著提升设备的整体性能，还能有效延长其使用寿命，进而大幅降低维护成本和生产中断的风险。这对于煤炭行业的可持续发展和选煤厂企业的经济效益都具有深远的意义。

1 选煤厂机械关键零部件概述

选煤厂机械，作为煤炭洗选加工的核心设备，其性能与稳定性对整个洗选作业的高效与安全至关重要。这一系列设备的运行依赖于一系列精心设计和制造的关键零部件，它们不仅需承受极端的工作条件，还需确保洗选作业的高效与安全。第一。传动部件无疑是选煤厂机械中的心脏。它们负责将发动机产生的动力高效地传递到各个工作部件，实现整个机械系统的协同工作。输送带传动、链条传动以及齿轮传动等是传动部件的主要形式。这些部件的设计和制造过程中，高强度、耐磨性和抗疲劳性成为不可或缺的性能指标。特别是在持续重载和高速运转的工作环境下，传动部件的稳定性和可靠性至关重要。齿轮箱作为传动系统的核心组件，其内部结构复杂且精密。齿轮的啮合精度和润滑系统的优化设计，确保了动力的平稳转换和高效传递，为选煤厂机械的高效运行提供了有力保障。第二。破碎部件则是选煤厂机械中参与煤炭洗选前的关键组件[1]。负责将大块煤炭破碎成适合运输的粒度，其结构设计和破碎力需经过精确计算，以确保破碎效率和煤炭粒度的均匀性。这些部件的高效工作不仅提高了选煤厂的洗选效率，还降低了运输和后续处理成本。选煤厂机械关键零部件的性能与稳定性直接关系到整个洗选作业的高效与安全，传动部件和破碎部件作为选煤厂机械的核心组成部分，其设计和制造过程需充分考虑实际工作条件和性能需求。通过不断优化设计、提高制造精度和加强维护保养，可以进一步提升选煤厂机械的性能和稳定性，为煤炭行业的可持续发展提供有力支持。

2 选煤厂机械关键零部件的磨损机理分析

2.1 大块物料的剪切力磨损

在选煤厂的洗选加工领域，机械设备的关键零部件常常面临严峻的工作环境，其中大块物料的剪切力磨损是尤为突出的问题。大块物料，如煤炭、岩石等，因其质地坚硬、形状不规则且尺寸较大，对机械设备的零部件构成了直接的物理冲击和磨损威胁。当大块物料在机械设备中被处理时，它们与零部件之间产生的剪切力是导致磨损的主要原因。这种剪切力不仅作用于零部件的表面，还会深入其内部，造成微观乃至宏观的磨损痕迹。随着工作时间的延长，这些磨损痕迹会逐渐累积，最终导致零部件的性能下降，甚至引发故障。如：刮板输送机的卡堵、断斜链、断刮板、断螺栓等设备影响，严重时将损坏刮板输送机，造成生产停滞。大块物料的剪切力磨损还受到多种因素的影响。物料的硬度、形状和尺寸都会影响磨损的程度。硬度较高的物料对零部件的磨损更为严重，而形状不规则和尺寸过大的物料则可能增加磨损的复杂性和不确定性。此外，零部件的材质、结构设计和制造工艺也会影响其耐磨性。

2.2 粉尘环境对润滑部位的磨损

在选煤厂作业环境中，粉尘是普遍存在的污染物，

对机械设备的润滑部位构成了严重的磨损威胁。粉尘环境对选煤厂机械关键零部件的润滑部位磨损主要体现在以下几个方面：（1）粉尘颗粒容易侵入润滑系统，污染润滑油。这些微小颗粒通过物理吸附和化学作用，改变润滑油的分子结构，降低其粘度和润滑性能。被污染的润滑油无法形成有效的油膜，导致零部件之间的摩擦增大，磨损加剧。（2）粉尘颗粒在润滑部位的运动过程中，会对零部件表面造成划痕和压痕，破坏原有的光滑表面。这种表面损伤不仅增加了摩擦阻力，还加速了零部件的磨损进程。特别是在高负荷、高转速的工作条件下，粉尘颗粒的磨损作用更加明显。（3）粉尘环境中的温度和湿度变化也会影响润滑油的性能。高温会使润滑油氧化变质，降低其润滑效果；而湿度过大则可能导致润滑油中混入水分，进一步降低其润滑性能。这些不利因素共同作用，加剧了粉尘环境对润滑部位的磨损。

2.3 疲劳磨损

疲劳磨损是选煤厂机械关键零部件失效的关键模式之一，尤其在长期承受交变载荷的部件中表现尤为突出，这种磨损是由于材料在持续的循环应力作用下，内部微观结构逐渐累积损伤，最终导致宏观裂纹的形成和扩展。在选煤厂机械运作过程中，如齿轮、轴承、传动轴等关键零部件，经常处于高负荷、高频率的交变应力状态。这种应力状态导致材料内部微观缺陷（如位错、夹杂物等）逐渐累积并扩大，形成应力集中区域[2]。随着循环次数的增加，这些应力集中区域逐渐演变成微裂纹，微裂纹在持续的应力作用下不断扩展，最终连接成宏观裂纹。宏观裂纹的形成标志着部件即将达到其疲劳寿命的极限，一旦裂纹扩展到一定程度，部件的剩余强度将无法承受当前的载荷，导致突然断裂或剥落。这种断裂通常发生在没有明显塑性变形的情况下，因此具有高度的隐蔽性和危险性。疲劳磨损的进程受到多种因素的影响，包括材料的力学性能、加载条件、工作环境等。例如，材料的纯度、晶粒大小、热处理工艺等都会对其抗疲劳性能产生显著影响。此外，载荷的大小、频率、波形以及部件的几何形状和尺寸也是决定疲劳寿命的关键因素。

3 选煤厂机械常用的润滑方式

3.1 油润滑方式

3.1.1 油浴润滑

油浴润滑是一种简单高效的润滑方式，广泛应用于选煤厂机械中的低速或中速旋转部件。通过将轴承或齿轮等部件部分或全部浸入润滑油池中，利用部件旋转将油带入摩擦面，实现持续稳定的润滑效果。如：减速机。该方式维护简便，但需注意油位控制，油位过高会增加搅拌阻力，导致温升过快；油位过低则润滑不足，影响设备性能。因此，合理控制油位，确保油浴润滑系统的正常运行，对于选煤厂机械的稳定性和使用寿命至关重要。

3.1.2 循环油润滑

循环油润滑适用于选煤厂机械中需高效散热和清除杂质的部件。该系统通过外接油泵将润滑油从油箱抽出，经过滤器净化后输送到润滑部位，再流回油箱。如：压缩机。此方式确保润滑油清洁，有效延长部件寿命。尽管循环油润滑系统的设计与维护相对复杂，但它能提供更稳定和可靠的润滑效果，是选煤厂机械中不可或缺的高效润滑方式。合理设计并维护该系统，对保障选煤厂机械性能至关重要。

3.1.3 喷油润滑

喷油润滑专为高速旋转部件设计，利用高压喷射装置将润滑油以特定速度和压力均匀喷射至摩擦面，形成保护油膜。此方式能迅速带走摩擦热，显著降低部件工作温度，减少磨损，确保高速重载部件的稳定运行。然而，喷油润滑对喷射速度和喷嘴位置有严格要求，需精确设计调整以确保润滑效果。此外，其系统能耗相对较高，但在追求高效、稳定的高速重载应用场景中，喷油润滑展现出了卓越的性能。通过细致的设计与优化，喷油润滑系统能够为选煤厂机械的高速旋转部件提供持久可靠的润滑保障。

3.2 脂润滑方式

脂润滑方式是选煤厂机械中常用的润滑手段之一，它通过润滑脂的填充，为机械部件提供稳定、持久的润滑效果。以下是选煤厂机械中常用的几种脂润滑方式：（1）手动涂抹润滑：这是最简单、最直接的脂润滑方式。操作工人通过手工将润滑脂涂抹在需要润滑的部位，如轴承、链条等。这种方式适用于小型、易于接近的部件，且润滑需求不高的场合。（2）油杯或油枪注油：许多选煤厂机械部件设计有油杯或油枪注油口，便于定期向部件内部注入润滑脂。这种方式适用于需要定期润滑且润滑点相对固定的部件，如滚筒轴承、链条托滚等。通过扭动油杯或利用油枪的压力，将润滑脂注入部件内部，实现润滑效果。（3）集中润滑系统：对于大型、复杂的选煤厂机械，如胶带输送机、刮板输送机、浅槽分选机、脱介筛等，通常采用集中润滑系统。该系统通过管道将润滑脂输送到各个润滑点，实现自动化、定时定量的润滑。这种方式能够确保机械部件得到及时、充分的润滑，提高设备的可靠性和使用寿命。（4）

油环润滑：在某些选煤厂机械中，如轴承等部件，采用油环润滑方式。油环悬挂在轴上，通过旋转将润滑脂带入轴承内部，实现润滑效果。这种方式适用于需要连续润滑且润滑量不大的场合。（5）复合润滑方式：有时为了满足特定的工作条件和润滑需求，选煤厂机械会采用复合润滑方式。即将多种润滑方式结合起来，如油浴润滑与脂润滑相结合，或滴油润滑与油枪注油相结合等。这种方式能够充分发挥各种润滑方式的优点，提高润滑效果。

3.3 固体润滑剂

固体润滑剂在选煤厂机械中的应用，为那些传统油润滑和脂润滑难以满足的特殊工况提供了有效的解决方案，固体润滑剂主要以粉末状或薄膜状形式存在，它们能够代替液体润滑剂，隔离并保护摩擦表面，减少摩擦和磨损。固体润滑剂的使用场景广泛，特别适用于高温、高压、高真空、极低温、耐腐蚀、抗辐射等极端条件下的润滑[3]。在选煤厂机械中，一些关键部件如轴承、齿轮、链条等，在长时间、高强度的工作状态下，往往面临严重的摩擦和磨损问题。固体润滑剂因其独特的物理和化学性质，能够在这些极端条件下保持稳定的润滑性能，有效延长部件的使用寿命。固体润滑剂的主要种类包括二硫化钼和3#锂基脂等。这些材料具有层片状结构，能够在摩擦面上形成一层牢固的润滑膜，显著降低摩擦系数，减少磨损。此外，固体润滑剂还具有优良的耐压、耐热性能，能够在高温、高压环境下保持稳定的润滑效果。在选煤厂机械中使用固体润滑剂时，通常需要根据部件的具体工作条件和润滑需求选择合适的固体润滑剂种类和润滑方式。例如，在一些难以密封或需要长期保持润滑状态的部位，可以采用固体润滑剂制成的润滑薄膜或润滑块，以实现持久、稳定的润滑效果。

3.4 液压润滑

3.4.1 液压润滑系统的工作原理

液压润滑系统是利用液压油作为传递介质，通过液压泵将油液输送到各个润滑点，形成具有一定压力的油膜，从而实现润滑和冷却的目的。在选煤厂机械中，液压润滑系统通常由油箱、液压泵、控制阀、分配器、油管和润滑点等组成。系统工作时，液压泵从油箱吸油，经过过滤后，将油液以一定的压力输送到机械的各个运动部件，如轴承、齿轮等，形成油膜，减少摩擦和磨损，同时带走热量，降低部件的工作温度。

3.4.2 液压润滑系统的优点

液压润滑系统在选煤厂机械中的应用具有多个优点。第一，由于液压油具有良好的流动性和冷却能力，因此能够有效地降低机械部件的工作温度，减少因高温引起的磨损。第二，液压润滑系统能够在高速和重载条件下保持稳定的润滑效果，适用于选煤厂机械中负荷变化大、工作环境恶劣的场合。第三，液压润滑系统可以实现集中供油，便于监控和管理，减少了维护工作量。同时，液压油可以循环使用，提高了润滑油的利用率，降低了维护成本。

3.4.3 液压润滑系统的应用范围

液压润滑系统在选煤厂机械中的应用非常广泛，尤其是在大型机械和连续作业的设备中。例如，在挖掘机、装载机、离心机等机械中，液压润滑系统用于润滑齿轮箱、轴承、链条等关键部件。这些部件在选煤厂生产中承受着巨大的负荷和恶劣的环境，液压润滑系统能够确保它们在长时间运行中保持良好的润滑状态。此外，液压润滑系统还可以用于机械的液压控制系统，实现润滑和控制的一体化，提高机械的整体性能和可靠性。在设计和应用液压润滑系统时，需要考虑机械的具体工况、润滑点的分布、油液的类型和流量等因素，以确保系统的有效性和经济性。

结语

未来，随着科技的飞速进步和煤炭洗选技术的持续创新，我们有充分的理由相信，选煤厂机械的磨损与润滑问题将迎来更为全面和深入的解决方案。借助先进的材料科学、智能制造以及大数据分析等前沿技术，我们可以更加精准地预测和控制零部件的磨损过程，开发出更为高效、环保的润滑技术和产品。这不仅将极大地提升选煤厂机械的性能和可靠性，延长其使用寿命，还将为煤炭行业的绿色、可持续发展注入新的活力和动力，推动整个行业向更加高效、环保的方向迈进。

参考文献

[1]段宏伟.关于加强选煤厂机电设备维修管理及技术改造探讨[J].当代化工研究,2020,(8):140-141.

[2]梁辉.选煤厂机电设备常见故障及维修技术分析[J].当代化工研究,2020,(5):24-25.

[3]金阳,陈亚楠,孟昭.纳米铜润滑油在选煤厂机械设备中的应用研究[J].煤质技术,2023,38(2):76-84.