

# 矿井提升机减速器的故障形式与排除措施

剧江涛（山西省能源发展中心，山西 太原 030006）

**摘要：**目前，我国对矿产资源的需求量较大，在煤矿开采过程中的开采深度也随之加大，此时便突出了矿井提升机设备的有利作用。但在实际应用的过程中可以发现，作为矿井提升机重要组成的减速器常见故障问题，致使矿井开采效率受到了一定的阻碍。基于此，文章围绕矿井提升机中的减速器设备故障问题进行分析，从分析其故障形式入手，了解减速器故障问题的成因，并提出对应的排除措施，以期能够保障矿井提升机的稳定运行，提升矿井开采效率。

**关键词：**矿井提升机；减速器；故障

矿井提升机中的减速器设备主要作用为控制提升速度，保障提升稳定和安全。因此，在矿井开采作业中，减速器设备的使用频率较大，这就极易引发一系列设备故障问题。而此类故障问题的产生极有可能威胁煤矿开采安全。为此，针对减速器设备的故障形式进行分析，找出有效的故障排除方法具有极为重要的意义。

## 1 矿井提升机的系统组成与工作原理

矿井提升机，如图1所示，主要由制动系统（制动器与传动装置）、机械传动系统（减速器与联轴器）、润滑系统（润滑油站）、观测操作系统（操作台与指示器）、拖动控制安全系统（电动机与拖动装置）共同组成。



图1 矿井提升机



图2 矿井提升机减速器

这其中除制动系统以外，机械传动系统是保障矿井提升机提升效率和提升安全的重要基础，尤其是减速器如图2可以同时发挥控制速度和传导动力的作用。提升

机的主要工作原理为，利用料斗将物料从储存装置中取出，并运输至顶端，并将物料投放到指定位置的操作过程。在物料运输过程中的提升机是借助传动带和传动滚筒的作用完成物料运输。在物料运输中，所采用的物料提升机通常设有机壳，主要目的是防止粉尘飞扬。除此之外，矿井提升机还用于向井下或者向井上运输工具与设备以及升降作业人员等。

## 2 矿井提升机减速器的故障形式

### 2.1 齿轮故障

#### 2.1.1 裂纹

总结前期的故障排查经验，减速器的齿轮裂纹通常分布在轮缘和轮齿部位，在轮辐部位也有分布。根据其裂纹形式，可将其大致分为两类，一种是使用裂纹，一种是制造裂纹。使用裂纹指的是，在长期使用过程中受到应力影响在应力集中区域所产生的裂纹表现，一般为了防止裂纹扩展通常会采取打磨裂纹的方式来控制裂纹发展范围。而制造裂纹则是指，由于制造过程中在齿轮内部产生大量的内应力所形成的裂纹问题，要想控制此类裂纹则需在生产过程中对内应力进行合理控制。

#### 2.1.2 齿轮局部断裂



图3 齿轮局部断裂示意图

根据断裂原因的不同，可以被具体分为塑变、疲劳和过载断裂等几种形式。其中的塑变形式指的是，由于齿轮承载的应力较为集中，且已经超出齿轮材料自身的承受能力，同时由于运行中的温度过大引起材料性能和强度降低的问题，从而引发塑变折断现象；疲劳形式指的是，齿轮长期持续运行，致使其疲劳系数增大，引发

疲劳裂缝,且裂缝问题未能得到有效控制所引发的疲劳折断现象;而过载折断(见图3)则是指,外部应力超出齿轮的承受极限,导致齿轮折断的问题。

### 2.1.3 齿轮磨损

此类问题与减速器的使用频率过大相关,且齿轮属于消耗类构件,在持续运行的过程中,齿面结构必定会出现一定的磨损问题,以机械磨损为主。此外,使用的润滑油存在杂质也可能引发齿面磨损问题。因此,在发生齿面磨损问题时,除了要考虑到设备自身的运行状况,还应及时检查润滑油的洁净度。

### 2.1.4 变形

由于齿轮材料的性能有限,在减速器运行过程中,如果齿轮材料需要承受与自身性能不符的应力,便会使齿轮产生塑性形变,形成一系列永久性变形,常见变形形式包括飞边、起皱和起脊等现象。在遇到此类问题时,通常需要直接更换齿轮构件。

### 2.2 轴承故障

轴承属于减速器的内部构件,在发生故障问题时往往难以及时发现,只有出现较为明显的振动和噪声时才会判断轴承出现异常。轴承故障主要表现为轴承无效或者振动明显,在对轴承故障进行检修时,通常需要拆除轴承,对其尺寸精度和旋转性能等进行综合检验,并且查验构件表面有无损伤,对轴承故障问题进行具体分析并采取对应的故障处理手段。

### 2.3 油封故障

由于减速器的运行环境较为恶劣,通常会采取密封的方式使齿轮以及轴承等构件处于较为洁净的运行环境。但在实际运行中,为了保证齿轮以及轴承的运行效果,需要使用到润滑油,在实际运行中常见润滑油泄漏的问题,这是油封故障的重要表现。分析其成因来看,与箱体的剖面质量相关,如果箱体剖面不够平整,难以保障箱体的密封效果,最终便会产生润滑油泄漏的问题。

## 3 矿井提升机减速器故障问题的排除措施

### 3.1 齿轮故障排除方法

鉴于齿轮材料性能和强度是造成齿轮故障问题的主要因素之一。为了排除齿轮故障问题,在齿轮材料选用方面需要结合齿轮的承载力要求和应力要求对齿轮材料进行合理选用,使其强度和性能均能符合提升机减速器的使用需求。齿轮材料以钢材为主,对于钢材的选择应优先选用韧性较好、强度较高和可塑性较强的钢材。在条件允许的情况下,可以采取热处理工艺对材料性能进行改良,强化齿轮结构的强度与性能,以免在减速器使用中由于应力过于集中、疲劳以及过载现象所引发的齿轮损伤问题。

### 3.2 轴承故障排除方法

轴承作为提升机减速器中的重要组成部分,其自身的运行效果将对减速器的作用发挥产生直接影响,尤其关系到减速器的传导动力作用。为了控制轴承故障的发生几率,可以选择利用滑动轴承来代替滚动轴承。这主

要是由于滑动轴承具备摩擦作用小、内部构件磨损率偏低、运行平稳、生命周期较长等特性,采用滑动轴承代替滚动轴承不仅能够降低故障发生几率,还能有效节约维护成本,保障减速器的持续稳定运行。

### 3.3 油封故障排除方法

油封属于静密封的主要表现形式,常见的密封方法为通过提升构件表面的加工精度,采取压紧措施来提升密封效果。当构件表面的加工精度不足或者压紧力度不足时,便会产生润滑油泄漏的问题。此类问题的排除方法为:一方面加强构件表面的加工精度和提升构件之间的压紧力度;另一方面,可以在构件之间添加密封胶。通常是在油箱盖区域、法兰区域和机壳盖区域添加密封胶,以此来提升其整体的密封效果。对于轴承部位的动密封区域来说,可以采取添加油环和添料密封的方式来提升密封效果。

### 3.4 其他故障排除方法

上文中提到减速器运行中产生的高热量可能引发齿轮塑性形变问题,且油箱温度过高也可能造成润滑油变质的问题,对减速器的实际运行效果带来极为不利的影响,并且引发一系列故障问题。基于此类问题,可以在减速器中增设冷却装置,提升减速器的散热能力,将其运行过程中的热量控制在可控范围,尽量降低热量问题对各类构件性能的不利影响。另外,发现在齿轮搅油的过程中,会产生一定的润滑油损失。此类问题可以通过控制润滑剂的粘稠度来降低油耗,即优先选用合成类润滑油。相关研究数据显示,采用合成类润滑油可降低齿轮搅油损耗的50%左右。

## 4 结语

在当前的煤矿开采作业中,深井作业现象较为常见,为了做到地上地下物料的及时流通,需要采用矿井提升机完成物料运输、工具运输以及人员升降等操作,保证开采作业的实效性。但由于提升机的作业频率较大,其中的减速器经常面临故障问题,对煤矿开采作业效率带来了一定程度的影响。上文中针对已有的减速器故障问题做出了分析,并提出几点故障排查方法,但并不能避免所有故障问题,在今后的工作中,仍需积极探索减速器故障的排除方法,争取不断提高减速器的运行可靠性。

### 参考文献:

- [1] 张宏业. 矿井提升机减速器故障诊断与优化 [J]. 科技风, 2020(21):106.
- [2] 王景. 煤矿提升机减速器常见故障分析及技术改进 [J]. 石化技术, 2020, 27(04):173-174.
- [3] 董博. 矿井提升机减速器质量问题与故障诊断标准分析 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2019, 39(18):23-24.
- [4] 武国胜. 关于煤矿提升机减速器的常见故障分析及技术改进 [J]. 机械管理开发, 2017, 32(012):186-187.

### 作者简介:

剧江涛(1981-),女,2005年7月毕业于太原理工大学,本科,高级工程师,研究方向:机械设计。