

减速机轴齿失效分析

王河澄

兴安海螺水泥有限责任公司 广西兴安 541300

摘要: 现阶段, 通过对减速机的失效故障问题进行分析, 能够有效确保安装质量合格, 并结合维修和使用过程中存在的问题对减速机重新进行核算选型, 最终解决减速机高故障问题, 保证装置长周期运行, 给企业带来了一定的经济效益。但在维修过程中, 总结减速机维修应该注意的技术要点, 依据宏观形貌、高倍组织以及能谱检验结果, 并结合减速机轴齿加工工艺跟踪情况, 可以有针对性地提出改进措施, 关注机加工刀具运行异常情况, 关注刀具质量, 避免因加工工艺影响质量。

关键词: 减速机; 轴齿失效; 维修工作

Failure analysis of reducer shaft teeth

Hecheng Wang

Xing 'an Conch Cement Co., LTD. Xing 'an, Guangxi 541300

Abstract: At the present stage, through the analysis of the failure of the reducer, it can effectively ensure the installation quality, and combined with the problems existing in the maintenance and use process of the reducer to re-calculate the selection, finally solve the high fault problem of the reducer, ensure the long cycle operation of the device, to bring certain economic benefits to the enterprise. However, in the maintenance process, the technical points that should be paid attention to in the reducer maintenance are summarized. According to the macroscopic morphology, high-power structure and energy spectrum test results, and combined with the processing process tracking of the reducer shaft teeth, the improvement measures can be put forward accordingly. The abnormal operation of the machining tool and the quality of the tool can be paid attention to to avoid the impact of the processing technology on the quality.

Keywords: Reducer; Shaft tooth failure; Maintenance work

引言:

随着企业生产经营理念转变, 各企业都寻求大平稳出大效益, 如果企业的设备经常出现故障问题势必给企业生产运行带来巨大影响并导致损失, 因此, 如何提高设备在一个生产运行周期内安全平稳运行, 降低故障率是作为设备管理人员一直追求的目标。本文阐述减速机在生产运行中遇到的失效故障问题, 我们逐步分析原因并最终通过实践成功降低了设备故障, 保证减速机高效运行, 确保装置长周期平稳运行。

一、减速机运行中的常见故障类型

1. 齿轮轮齿损坏

本装置初始使用的减速机为齿轮减速机, 在运行过程中多次出现输入轴一级齿轮和配套啮合的齿轮轮齿损坏现象。齿轮损坏的原因分析, 正常工况下, 主要是齿

根弯曲疲劳折断, 因为在轮齿受载时, 齿根处产生的弯曲应力最大, 再加上齿根过渡部分的界面突变及加工刀痕等引起的应力集中作用, 当齿轮重复受载后, 齿根处就会产生疲劳裂纹, 并逐步扩展, 致使轮齿疲劳折断。另外, 在齿轮受到突然过载时, 也可能出现过载折断或剪断, 在轮齿经过严重磨损后齿厚过分减薄时, 也会在正常载荷作用下发生折断。该减速机是斜齿圆柱齿轮传动, 齿轮工作面上的接触线为一斜线, 轮齿受载后, 如有载荷集中时, 就会发生局部折断^[1]。多次发生轮齿损坏故障主要原因可能有: (1) 聚合釜生产中间歇性运行频繁启动, 力矩变化大, 容易引起载荷集中发生折断, 如不能及时发现, 将会发生更严重的损坏; (2) 齿轮制造工艺问题, 轮齿强度达不到设计要求, 易引起轮齿磨损减薄, 磨损到一定厚度时强度达不到就发生折断; (3)

齿轮整体设计存在问题, 减速机的长期超负载运行, 轮齿寿命大大缩短, 达不到疲劳运行周期就失效; (4) 维修过程中可能存在安装质量问题, 引起轮齿损坏。

2. 原动机滚键

减速机运行一段时间后, 就出现电机轴键槽、键损坏的现象, 电机键槽损坏的主要原因可能有: (1) 该减速机输入轴和电动机主轴通过夹壳式联轴器连接, 最终通过夹套固定螺栓进行紧固配合, 这种设计减速机输入轴与电动机轴伸端的配合间隙过大。当电动机高速运转时因松动而摩擦, 易导致键槽单边或双边剥落; (2) 该连接方式在电动机转轴上组装平键时, 减速机输入轴的键槽和电动机轴伸端的键槽深度存在未按标准配合尺寸配合, 使单边受力不好而损坏; (3) 减速机服务系数低, 反馈到电动机键槽配合传递扭矩时满足不了负载要求, 存在小马拉大车的现象, 键槽和键的强度达不到正常负荷下的要求, 超出抗剪强度; (4) 存在平键尺寸和键槽不匹配可能; (5) 维修质量不良, 敲击平键端部, 促使平键与电动机转轴的键槽过度挤压, 造成键槽单边或双边崩裂; (6) 夹壳式联轴器连接存在电动机主轴与减速机输入轴的中心线不在一条直线上的可能, 导致平键产生扭矩而损坏键槽。

3. 减速机箱体润滑油渗漏

减速机输入轴轴承仓内部润滑脂被减速机箱体润滑油稀释, 另外, 减速机输出轴也出现过渗漏润滑油的现

象。出现减速机箱体的润滑油从底部上串到输入轴轴承仓的原因可能有: (1) 骨架油封质量存在问题, 使用一段时间后唇口达不到密封要求; (2) 维修过程中没有检查减速机输入轴是否存在腐蚀情况, 和骨架油封是不是紧密配合; (3) 输入轴轴承磨损导致轴和轴承仓几何中心不在一条线, 导致骨架油封变形严重起不到密封作用; (4) 减速机故障, 比如, 齿轮损坏也会引起轴不同心, 另外, 油温过高引起油气挥发, 骨架油封起不到密封作用后就上串到输入轴轴承仓; (5) 该减速机设计时没有润滑油液位指示, 存在润滑油加注过多可能, 热量不能及时散发, 整体温度上升, 引起骨架油封软化后密封效果变差, 另外, 温过高也会通过热传导引起润滑脂乳化严重。

4. 减速机输入轴轴承损坏, 轴承仓磨损

减速机输入轴轴承损坏, 减速机输入轴轴承仓底部磨损。输入轴轴承损坏可能的原因有: (1) 轴承质量问题; (2) 轴承装配方式不正确, 导致严重磨损; (3) 润滑不良引起烧损; (4) 齿轮损坏后引起输入轴严重偏斜后损毁轴承^[2]。

二、失效分析

1. 化学成分分析

轴齿材料 16MnCrS5+H, 在缺陷样品上取样进行光谱检验, 该材料化学成分标准要求和轴齿的化学成分分析见表 1, 结果符合要求。

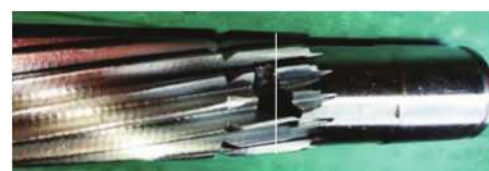
表 1 化学成分分析 (质量分数)

项目	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Mo
标准要求	0.15-0.20	0.10-0.30	1.00-1.30	≤0.035	0.025-0.035	0.90-1.10	≤0.30	≤0.30	0.030-0.050	≤0.08
实测值	0.16	0.23	1.29	0.019	0.029	1.01	0.09	0.01	0.033	0.02

2. 取图 1a 中白线所示位置的横截面为金相面进行检验, 缺陷位置存在异常贝氏体组织, 宽度约为 1.5mm; 缺陷表面存在一处异物镶嵌, 经 4% 硝酸酒精试剂腐蚀后异物未被腐蚀, 周围基体组织为贝氏体; 正常基体和正常轴齿尖部组织均为铁素体+珠光体。将样品向缺陷底部进行解剖分析, 缺陷周边有异常贝氏体组织, 缺陷内沿异常组织较深, 约为 2.5mm, 缺陷外沿约 1mm, 缺陷内沿一侧存在异物附着, 且存在一个约 0.1mm 的凸起, 内有附着物, 缺陷周围组织未发现脱碳; 正常基体组织为铁素体+珠光体。

3. SEM 扫描电子显微镜形貌分析

对镶嵌异物及缺陷周边进行 SEM 扫描电子显微镜分析, 缺陷底部存在大量微裂纹, 由浅往深延展至底部翘



a) 整体



b) 横向切开后

图 1 减速机轴齿缺陷形貌

皮部位^[3]。对镶嵌异物及缺陷周边进行能谱检验, 缺陷内附着物及缺陷底部为氧化铁; 缺陷底部存在异物残留, 尺寸约0.47mm; 异物组织与样品基体组织有明显不同。对疑似刀具进行SEM扫描电子显微镜分析, 成分基本与镶嵌物一致。现场跟踪减速机轴齿加工工艺, 发现加工过程中所使用的刀具与缺陷相似。

三、故障的原因以及维修措施

减速机是生产工艺中的一个重要环节, 因此, 如何对减速机进行有效的维护显得非常重要^[4]。如果减速机不能正常工作, 通常是由于减速机的某些部件发生了故障。所以, 最简便的方法就是通过对减速机各部件的检查与诊断, 以确保减速机工作的安全与高效。

1. 渗漏油故障

造成此现象的主要原因是: 一是主轴与传动机构在进行主轴组装时, 对中的精度不够, 造成了油封与轴承的磨损, 造成了泄漏。二是齿轮在齿轮齿面上的O型密封件及齿轮齿面的破坏。三是减速机输出轴端部, 由于油封损坏或定位环外周边严重损坏等原因, 导致减速机输出轴端部磨损严重。四是在接触面上的螺丝出现了松动。五是发动机油品中所含的杂质较多, 会加快发动机的老化速度。六是油流量太大, 因此在运转过程中会造成极高的搅拌温度, 最终造成油从密封件处漏出。维修办法: 一是二次调整连接, 确保位置准确, 重新更换机架橡胶密封件。二是针对具体的要求做相应的调整。三是更换新的油封, 或者将原来的紧固环拆除, 或者更换^[5]。四是螺丝与弹性垫片的联结。五是要把陈油完全排出, 对装置进行清洁, 并用新的润滑油、新的润滑油、新的润滑油。六是要按油表规定的油位进行恰当的加油, 并且要对加油进行合理的调整, 决不能出现超负荷的现象。

2. 温升过高

导致这一现象的原因, 一是因为润滑脂的性质与润滑脂的性质不符。二是转臂支撑件润滑不足。三是螺杆托架损坏严重。维护方法: 首先, 要按照说明书上的要求, 根据产品的型号, 选用适当的产品, 保证加入的数量足够, 不要掉色。二是按规定的油位加满油, 以确保油泵正常运转和油路通畅; 三是要做好改革工作。

3. 减速机的异常声响

其原因有: 一是安装时, 没有按要求安装, 导致定位错误, 导致齿轮在啮合或旋转时; 无法发出声音^[6]。二是在实施链条传动过程中, 链条齿轮过紧。三是零件损坏。修复的办法是: 一种是对联轴节进行重新校正, 并对其进行适当的调整。二是适度的放松和放松。三是

在决定维修或更换之前, 先要对设备进行拆解检查。

四、维修流程

减速机是一种利用减速机的速度变化, 将电动机的回转率降低到所需的回转率, 进而得到较大的转矩的传动装置。用于各类机械, 包括轮船、汽车、火车头等; 建筑用的重型机器、机械厂的机器、自动制造的机器, 以及人们经常使用的电器、手表, 它的应用范围从高功率率输送, 到低负荷, 精确的角度输送; 在工业上, 也可以用来降低或增加转矩^[7]。因此, 它被广泛地应用于速度、扭矩转换设备中。

1. 减速机的分解

一是将各零件的保护套拆卸下来, 将马达、刹车的接线全部拆卸下来, 并且在拆卸时留下标志, 以便返工时作参考。卸下减速机高速轴的连杆, 把它从两个方向打开。二是在重新拆下减速机高、低速轴联接时, 要用扁平铁锹或样压模做好对应位置的记号, 以确保联接件的相对位置。三是拆下电动机的固定螺丝, 使电动机悬吊起来。当拆卸电机的固定螺栓时, 应记录其底座的垫片厚度及位置, 以便于定位。松开煞车销, 取下煞车调整螺丝, 取下煞车并取下煞车。将减速机拆下, 并将其放在指定位置, 以免发生碰撞。四是在减速机上、下接合表面做对应记号, 拆下减速机下盖接合表面, 拧紧螺栓, 换掉断裂的螺丝, 拆掉固定销。检查螺杆的折断或折断, 把它们装进螺杆内, 并妥善保存。五是在各支架端盖上印有安装标记, 拆下支架端盖上的紧固螺丝, 拆下底座, 用外径测微计测量支架上石棉垫片的厚度及数目, 并做好原始记录^[8]。首次检查了轴承端盖。六是开启上盖前, 应先检查螺丝是否松脱或其它异常(用顶丝顶起, 吊起至准备好的垫片上, 并须有吊车操作员持证明)。特别说明: 复位时, 要把原来齿轮的接合处标注出来, 按照原来的次序重新组装。

2. 轴承、轴和齿轮的检验与测试

一是将各轴承外环(做好标记)拆卸下来, 将高、中、慢三种轴分别吊出, 放入维修区, 经过初步检查, 发现减速机没有断裂, 断齿, 缺齿, 掉齿等现象。二是要着重检查减速机轴架及密封件。三是要把减速机上的润滑油抽干。四是拆下联轴节限位圈, 利用特制的拖拉装置和大功率提升, 对减速机高、低速轴联轴节联轴节联接处用煤油清洗, 同时对齿面进行磨削^[9]。五是对轴承内外圈, 滚动体, 轴承座等的检验, 并做好详细的纪录。六是在拆下轴承后, 首先要检查内圈和衬套是否吻合。七是全部更换新的支架。

3.轴、齿轮、端盖的检验和维修

检查高低速轴与联轴器的配合尺寸。测量该轴向弯曲率。对变速器进行检查,采用铜杆锤法检查变速器的安装情况^[10]。齿轮没有开裂、剥落、凹陷等现象,齿轮的厚度不得超过原来的25%;要磨光的突起物。测试支架端部的水平度。更换全部润滑油(箱体润滑油和O型密封)。

4.圆柱齿轮修理后的试车

减速机的试验分为三个阶段:单次试验、带式空载试验和重负荷试验。在试车过程中,传动系统运转平稳,无碰撞,无杂音,测试时间不低于30分钟,无噪声。其支承温度为70℃时,无明显震动。马达与减速齿轮之振动值均在0.10毫米以内,啮合面之轴承密封无泄漏,减速齿轮制动器运行噪音平稳,升温不高于70K。

五、结束语

总结来说,当减速机出现故障时,维修人员必须对其进行详细的检查,并最终对其原因进行分析;并与实验结果进行了比较。准备妥当,与厂商认真沟通,争取尽快将损失降到最低。不断的细致保养,保证了公司的运作和更高的经济效益。

参考文献:

[1]谷群远.风电齿轮箱金属齿轮轴断齿失效分析[J].世界有色金属,2022,(22):222-225.

[2]张旭东,杨林杰,曹延军,周晨光,孔阳阳.聚合物输送用齿轮泵断齿失效分析[J].化工机械,2022,49(03):520-523.

[3]欧长高,李普同,万克仁.汽车半轴断裂失效分析[J].汽车与驾驶维修(维修版),2022,(03):35-37.

[4]范海俊,阮涛,牛铮,姚佐权,张宇飞.基于失效机理的真空耙式干燥机耙齿轴设计[J].包装与食品机械,2022,40(01):76-81.

[5]陈宗瑞,潘安霞.中齿轴断齿失效分析及设计优化[J].轨道交通装备与技术,2021,(02):17-20.

[6]王松,张增辉,李玉良,林琪.混凝土搅拌机行星减速机轴端漏油分析[J].建筑机械化,2020,41(05):64-66.

[7]穆永超.迁钢热轧侧压机主减速机日常维护及锥齿轴轴承改造[J].冶金管理,2020,(01):127-128.

[8]王荣.风能发电机组结构件的失效分析与预防(待续)第2讲 齿轮的失效分析与预防[J].理化检验(物理分册),2019,55(10):667-675.

[9]陈慧.某车用变速器输出轴齿轮断齿失效原因分析[J].柴油机设计与制造,2019,25(02):27-32.

[10]郑君.铸造起重机卷扬行星差动减速机运行原理及故障分析[J].安徽冶金科技职业学院学报,2019,29(01):40-43.