

# 机械故障诊断技术在农业机械中的应用探讨

徐增军

莒县小店镇乡村振兴和公共文化中心

DOI:10.12238/as.v8i1.2649

**[摘要]** 随着农业现代化进程的加快,农业机械在农业生产中扮演着越来越重要的角色。然而,农业机械在长期使用过程中,不可避免地会出现各种机械故障,影响其正常运行,甚至导致生产效率的下降。因此,如何及时、准确地诊断农业机械的故障,成为当前农业机械管理和技术研发中的重要课题。文章主要就机械故障诊断技术在农业机械中的应用进行研究。

**[关键词]** 机械故障诊断技术; 农业机械; 应用方法

**中图分类号:** S23 **文献标识码:** A

## Exploration of the Application of Mechanical Fault Diagnosis Technology in Agricultural Machinery

Zengjun Xu

Rural Revitalization and Public Cultural Center in Xiaodian Town, Juxian County

**[Abstract]** With the acceleration of agricultural modernization, agricultural machinery plays an increasingly important role in agricultural production. However, in the long-term use of agricultural machinery, various mechanical failures are inevitable, affecting its normal operation and even leading to a decrease in production efficiency. Therefore, how to diagnose agricultural machinery faults in a timely and accurate manner has become an important issue in current agricultural machinery management and technology research and development. The article mainly studies the application of mechanical fault diagnosis technology in agricultural machinery.

**[Key words]** mechanical fault diagnosis technology; Agricultural machinery; Application method

### 引言

机械故障诊断技术的出现,为解决农机故障问题提供了有效途径,通过对农业机械运行状态的实时监测与精准诊断,能够提前察觉潜在故障隐患,及时采取维修措施,避免故障的恶化。这不仅可以降低维修成本、减少停机时间,还能确保农业生产的连续性与稳定性,保障农业生产活动的顺利推进。从长远来看,先进故障诊断技术有助于延长农业机械的使用寿命,提高资源利用率,契合农业可持续发展的战略需求。

### 1 农业机械常见的故障类型

#### 1.1 机械磨损故障

机械磨损往往是农业机械最常见的故障类型,因为农业机械长时间在田间进行作业,经常接触土壤、作物残渣等杂质,这些物质会加速机械零部件的磨损。其中,拖拉机的轮胎在耕作过程中会与地面摩擦,导致轮胎磨损;联合收割机的切割器在收割时会与作物接触,引起切割器的磨损。此外,农业机械的传动系统中的齿轮、轴承等部件也会因为长期的摩擦而磨损,导致机械性能下降。

#### 1.2 零部件松动故障

农业机械在工作时会产生振动,这种振动会导致零部件松动,如,拖拉机的发动机固定螺栓可能因为振动而松动,如果不及及时紧固,会导致发动机移位或损坏。联合收割机的收割台、脱粒装置等部件也会因为振动而松动,影响收割效果。此外,农业机械的电气系统中的接线端子也因振动而松动,导致电路接触不良,引发电气故障。

#### 1.3 润滑不良故障

润滑是保障农业机械正常运行的重要环节。如果润滑不良,会导致机械部件之间的摩擦增加,加速磨损,甚至引起卡死或烧结。例如,拖拉机的传动轴、轴承等需要定期加注润滑油,以保持良好的润滑状态。联合收割机的链条、齿轮箱等部件也需要定期润滑,否则会导致这些部件过早损坏。因此,定期检查和维护润滑系统,确保润滑良好,是预防润滑不良故障的关键。

#### 1.4 电气系统故障

农业机械的电气系统包括启动系统、点火系统、照明系统、仪表盘等,这些系统如果出现故障,会影响机械的正常启动和运行。常见的电气故障包括电池电量不足、起动机损坏、电路短路或断路、传感器故障等。例如,拖拉机的启动系统如果出现

故障,往往会导致无法启动;联合收割机的电子控制单元(ECU)故障会影响收割作业的自动化控制。因此,定期检查电气系统的各个部件,确保其正常工作,对于预防电气故障至关重要。

## 2 机械故障诊断技术方法

### 2.1 振动诊断法

振动诊断法是机械故障诊断中应用非常多的一种技术,其核心依据为,机械在运行时的不同零部件的运动状态、结构完整性,还有相互之间的作用力等都会全部直观反映到振动信号上。正常运行状态下的机械,其振动拥有特定的频率、幅值以及相位等特征,同时呈现出比较稳定的周期性规律。若是机械内部存在故障,如轴承磨损、齿轮裂纹或者轴不平衡等,就会破坏原有的振动特性,使振动信号出现明显的变化。以农用拖拉机发动机为例,发动机里面包含大量高速旋转与往复运动的部件,包括曲轴、活塞、连杆等。一般情况下,发动机的振动信号就是由这些部件的周期性运动所产生,振动频率成分固定,幅值也不会出现较大起伏。当活塞环发生磨损时,活塞与气缸壁间的密封效果下降,气体快速泄漏,导致活塞在气缸内的运动受阻,造成额外的冲击力,使发动机的振动幅值大大提高。同时,磨损带来的不均匀作用力还会引入新的振动频率成分,对振动信号进行频谱分析,就能捕捉到相关的异常变化。在具体的诊断中,往往在发动机的机体、缸盖、曲轴箱等一些重要位置安装加速度传感器,持续采集振动信号。应用专业的信号分析软件,对采集到的信号展开时域、频域及时域分析,提取如峰值、均方根值、频率峰值等特征参数,和发动机正常运行时的特征参数数据库进行对比,从而判断发动机有没有出现故障,及故障类型和严重程度。这种方法具有检测灵敏度高、可以实时在线监测等显著优势,对于第一时间找到发动机潜在故障、防止突发停机事故具有重要的现实意义。

### 2.2 油样分析法

油样分析法通过对机械润滑系统中的油样进行检测与分析,从油液所携带的信息里面挖掘机械内部零部件的磨损状况及润滑系统的工作状态。润滑油在机械运转过程中不断流经每一个摩擦副表面,把零部件的磨损产物、污染物还有自身的理化性质变化等信息全部收集起来。对于农业机械中的收割机变速箱来说,其内部齿轮、轴承等零部件在长期的高负荷运转下,一定会出现磨损的现象。磨损造成的微小金属颗粒会混进润滑油中,进行定期抽取油样,借助铁谱分析仪、光谱分析仪等专业仪器对油样检测,能够测定油样中磨损颗粒的数量、尺寸、形状等信息。如果铁谱分析结果显示油样中存在尺寸较大、有尖锐边缘的铁磁性颗粒,那么就意味着变速箱内部的齿轮齿面发生明显磨损甚至疲劳剥落问题;而光谱分析检测到铜元素含量异常升高,则意味着铜质衬套或含铜合金部件正遭受磨损。不仅如此,检测润滑油的黏度、酸碱度以及氧化安定性等理化指标也是不容忽视的。随着机械运行时间的增加,润滑油往往会由于氧化、受热、污染等原因导致黏度下降、酸值上升,使得润滑性能大打折扣,零部件磨损加快。如果发现油液的某项理化指标已经大于正常

范围,就要第一时间更换润滑油,从而保证机械能够顺利运行。油样分析法可以在机械部件还没有出现明显故障症状时,事先找到隐藏的磨损情况,为后续阶段的预防性维护带来了有力依据,最大限度延长机械的使用期限。

### 2.3 温度监测法

温度监测法利用了机械部件在运行过程中,其温度与工作状态紧密相关的特性。正常情况下,机械各部件由于摩擦、能量转换等物理过程会产生热量,但通过有效的散热机制,如风冷、水冷、油冷等,温度能够维持在一个相对稳定的合理区间。当部件出现故障时,如润滑不良、过载运行、散热通道堵塞等,热量无法及时散发,局部温度必然会急剧上升。在农业灌溉用的离心泵中,轴承是支撑转子高速旋转的关键部件,也是较易出现故障的部位之一。正常运行时,轴承因滚动体与滚道之间的摩擦会产生一定热量,通过轴承座与周围空气的热交换以及润滑脂的散热作用,温度保持相对平稳。若轴承润滑脂干涸或变质,滚动摩擦阻力将大幅增加,摩擦生热加剧,导致轴承温度迅速攀升。此时,利用热电偶、热电阻或红外线测温仪等温度传感器,对轴承部位进行实时温度监测,便能及时捕捉到这一异常温度变化。通常,在离心泵的轴承座上安装多个温度传感器,形成冗余监测,确保温度数据的可靠性。一旦监测到温度超出预先设定的正常工作温度上限,控制系统会立即发出报警信号,提示操作人员停机检查,避免轴承因过热而损坏,进而引发更严重的机械故障。温度监测法具有直观、易于实现、对早期热故障敏感性等优点,是保障机械稳定运行的重要防线。

### 2.4 无损检测法

无损检测法是在不破坏机械部件结构完整性的前提下,利用声、光、电、磁等多种物理特性对其内部缺陷进行检测与评估的一类技术,在农业机械故障诊断领域发挥着独特的作用。超声检测技术利用超声波在材料中的传播特性,当超声波遇到材料内部的缺陷如裂纹、气孔、夹渣等时,会发生反射、折射、散射等现象,通过接收和分析反射回波的时间、幅度、频率等参数,即可推断缺陷的位置、大小与形状。在农业机械的焊接结构件,如拖拉机的车架、收割机的割台框架等部位,由于焊接工艺不当或长期承受交变载荷,可能会出现焊接裂纹。采用超声探伤仪,配合合适的超声探头,对这些关键焊接部位进行扫查,能够精准发现隐藏在内部的微小裂纹,为及时修复提供依据,避免因裂纹扩展导致结构失效。射线检测则是利用X射线、 $\gamma$ 射线等穿透性强的射线束穿透机械部件,根据部件内部不同组织结构对射线吸收程度的差异,在探测器上形成影像。通过分析影像的灰度、对比度等特征,识别内部缺陷。例如,对于一些大型农业机械的铸件,如发动机缸体、变速箱壳体等,射线检测可有效检测出内部的缩孔、疏松、砂眼等铸造缺陷,确保铸件质量,防止因缺陷导致的机械故障。

## 3 拖拉机故障诊断案例

### 3.1 发动机故障诊断

某型号农用拖拉机在使用过程中,发动机出现异常振动与

动力下降的问题,农户怀疑发动机存在故障,联系专业维修人员进行诊断。维修人员首先采用油样分析技术,从发动机的润滑油路中抽取适量油样,利用铁谱分析仪对油样进行检测。铁谱分析仪能够将油样中的磨损颗粒按照尺寸大小有序地沉积在玻璃基片上,形成谱片,通过显微镜观察谱片可以清晰地分辨磨损颗粒的形态、尺寸与数量。经检测发现,油样中存在大量尺寸在50-100  $\mu\text{m}$ 之间的铁磁性颗粒,且颗粒呈现出不规则的片状与块状,这表明发动机内部的金属零部件,如曲轴、连杆、活塞销等可能出现了严重磨损。同时,维修人员运用振动监测技术,在发动机的机体、缸盖、曲轴箱等关键部位安装高精度加速度传感器,传感器的灵敏度可达10mV/g,频率响应范围为0-1000Hz,能够精准捕捉发动机运行时的振动信号。采集到的振动信号通过数据采集卡传输至便携式电脑,利用专业的信号处理软件进行分析。在时域分析中,发现振动幅值出现明显波动,且峰值较正常状态增大了约30%;频域分析显示,在低频段出现了多个异常频率成分,其中100-300Hz的频率区间内能量明显增强,与发动机正常运行时的频谱特征数据库对比,判断可能是由于活塞与气缸壁的配合间隙增大、曲轴不平衡等原因导致。综合油样分析与振动监测的结果,维修人员初步判断发动机内部零部件磨损严重,影响了发动机的动平衡与动力输出。进一步拆解发动机进行检查,果然发现活塞环磨损严重,部分活塞环已出现断裂,气缸壁也有明显的拉伤痕迹,曲轴的配重块存在松动现象。更换受损的活塞环、修复气缸壁,并重新紧固曲轴配重块后,发动机的异常振动消失,动力恢复正常,拖拉机得以正常投入作业。

### 3.2 制动系统故障诊断

在一次拖拉机田间作业时,驾驶员发现制动踏板行程明显变长,制动力减弱,存在较大的安全隐患。维修人员赶到现场后,首先对制动系统进行外观检查,未发现明显的漏油、部件松动等问题。随后,采用压力检测技术,在制动管路中接入高精度压力传感器,该传感器的测量精度可达 $\pm 0.01\text{MPa}$ ,能够实时监测制动系统在制动过程中的压力变化。正常制动时,制动总泵输出的压力应能迅速上升至规定值,一般在2-3MPa之间,以确保制动分泵能够推动制动蹄片与制动鼓紧密贴合,产生足够的制动力。然

而,此次检测发现,制动时压力上升缓慢,且峰值仅达到1.2MPa左右,远低于正常标准。结合压力检测结果,维修人员又对制动踏板行程进行精确测量,使用行程测量仪,其测量精度为 $\pm 0.5\text{mm}$ ,发现制动踏板的自由行程超出了规定的20-30mm范围,达到了50mm。进一步检查制动系统内部,发现制动主缸的活塞密封圈磨损严重,导致制动液泄漏,压力无法有效建立,同时制动踏板回位弹簧弹力减弱,使得踏板自由行程增大。更换制动主缸活塞密封圈与回位弹簧后,再次进行制动测试,制动管路压力能够迅速上升至正常范围,制动踏板行程恢复正常,制动力显著增强,拖拉机的制动性能得以保障,确保了后续作业的安全进行。

### 4 结语

综上所述,机械故障诊断技术在农业机械中的应用研究,为农业生产的现代化提供了重要的技术支持。通过振动分析、油液分析、无损检测等诊断技术的应用,能够及时、准确地发现农业机械的故障隐患,提高农业机械的使用效率和安全性。未来,随着人工智能和物联网技术的不断发展,机械故障诊断技术在农业机械中的应用,将更加智能化和精准化,为农业生产的可持续发展提供更加有力的保障。

### [参考文献]

- [1]王普超,赵文星,李福东.现代农业机械装备故障浅析[J].四川农业与农机,2023(05):71-72.
- [2]肖博文.农业机械液压系统常见故障及维护措施[J].南方农机,2023,54(18):87-89.
- [3]韦文华.农业机械使用过程中的保养与维修要点[J].河北农机,2023(24):36-38.
- [4]贾胜云,陈嘉琪,史可,等.农业机械故障信息采集技术发展现状与趋势简析[J].现代农机,2022(02):22-23.
- [5]夏红兵.农业可视化智能机械故障诊断系统研究[J].南方农机,2023,54(09):68-70+82.

### 作者简介:

徐增军(1970--),男,汉族,山东日照人,专科,中级工程师,研究方向:机械电气。