

刍议机械设备故障诊断及维修技术

● 韦 凯



[摘要] 在现代工业生产中,机械设备作为重要的生产工具,其运行状态直接关系企业的生产效率和经济效益。然而,由于设备结构的复杂性和运行环境的多样性,机械设备在运行过程中难免会出现各种故障。一旦发生故障,及时、准确地诊断出故障原因并采取有效措施进行维修至关重要。在此背景下,本文通过实际案例,分析了故障诊断与维修的实践状况,并详细探讨了与之相应的机械设备故障诊断及维修技术,以期能够推动机械设备故障诊断与维修的持续创新发展。

[关键词] 机械设备;故障诊断;维修技术;诊断方法

Q 机械设备故障诊断与维修的实际案例

(一)案例一: 机床故障诊断与维修

某工程内机床在高速切削时,主轴区域出现不规则的高频振动,工作人员发现,加工出的工件表面呈现出波纹状不平整,超出了规定的表面粗糙度标准。随后,第一时间安排了维修人员展开分析,经精密测量,发现主轴的前轴承内圈磨损严重,导致主轴在高速旋转时产生径向跳动。经过进一步检测发现,进给系统的滚珠丝杠副存在预紧力不足,导致传动间隙增大。在此基础上,进一步利用振动频谱分析仪对机床进行振动频谱分析,确定主轴轴承为高频振动的主要来源。在这一案例中,维修人员在初步判断了故障原因后,拆解了主轴组件和进给系统,通过显微镜观察轴承和丝杠副的磨损情况,验证故障原因。后续更换主轴前轴承为同型号的新轴承,并重新调整主轴的动平衡,确保其在全速范围内运行平稳,并且调整了滚珠丝杠副的预紧力,消除传动间隙,并对丝杠副进行润滑保养。

(二)案例二: 自动化装配线设备维护

某工厂为了确保自动化装配上每一个设备得到稳定运行,定期对设备的润滑系统进行检查和补充润滑油,并且使用工业吸尘器清理设备内部的金属粉尘和异物,但依然无法完全规避故障。为了让预防性维修工作得到进一步落实,需要对润滑系统进行改造,增加电子式自动润滑装置,实现润滑点的定时定量供油。同时需要在预防性维修制度中明确设备的关键结构部件的检查方式,针对其中的关键性零部件,如连接螺栓、导轨滑块等提出详细的检查内容。明确规定检查周期,要求一旦发生问题,要采用高强度紧固件和耐磨材料进行优化替换,从实际落实效果来看,生产线效率

提升15%,显著减少了因设备故障导致的生产停顿。

(三)案例三: 设备管理系统智能化升级

某工厂设备管理依赖人工的巡检记录,存在信息不及时、不准确的问题,从过往运行情况发现,故障诊断和处理流程繁琐,响应时间长,影响生产连续性。在智能化升级过程中,引入无线传感器网络和物联网技术,实时采集设备运行数据,包括但不限于温度、压力、振动等,并通过网关传输到云端服务器。采用 Microsoft Azure 平台,开发基于云计算的设备管理系统,实现设备状态监测、故障诊断、维修工单管理的自动化和智能化。升级后设备管理效率提高了60%,减少了人工巡检的成本和时间。故障诊断的准确率提升至95%以上,处理响应时间缩短了70%。

Q 机械设备故障诊断方法的构建和落实

(一)基于经验的故障诊断方法

基于经验的故障诊断方法是维修人员在长期实践中积累和总结出来的一种诊断方法,主要依赖维修人员的经验、技能和直觉,通过对设备外观、声音、温度等方面的观察和分析,初步判断设备的运行状态和故障原因。视觉检查是最直观、最常用的故障诊断方法之一,通过观察设备的外观、颜色等情况,可以初步判断设备运行状态和可能存在的故障。如液压油的颜色变深可能意味着油液老化或污染,轴承座出现裂纹则可能表明轴承过载或安装不当。听觉检查是通过听设备运转时发出的声音来判断其运行状态和故障原因的方法,通过辨别声音的频率、响度和音色等特征,识别出设备内部零件的异常振动、磨损或松动等情况。如轴承发出刺耳的金属摩擦声可能意味着润滑不良或轴承损坏。

触觉检查是通过触摸设备表面来感知其温度、振动和紧固情况等信息的诊断方法，电机外壳过热可能表明内部绕组短路或散热不良，泵体振动过大则可能意味着转子不平衡或轴承损坏。

（二）基于仪器的故障诊断方法

随着科技的发展，越来越多的先进仪器被应用于机械设备故障诊断领域。这些仪器能够准确、快速地检测出设备内部的各种物理量和化学成分，为故障诊断提供客观、可靠的依据。传感器可以实时采集设备的数据，并通过频谱分析、波形分析等技术手段提取出故障特征信息。在实际的故障诊断中得到了广泛应用，以振动传感器为例，通过对比正常运行时的振动频谱和异常时的振动频谱，可以准确判断出轴承、齿轮等零件的故障类型和严重程度。除了传感器之外，油液检测设备也是机械设备故障诊断中较为常见的一种，以此进一步判断润滑油或液压油中的金属颗粒、污染物和化学成分等，确定设备磨损情况和故障原因。油液分析仪器可以对油样进行光谱分析、铁谱分析和理化性能检测等，从而提供关于设备内部磨损状态、污染程度和油液性能等方面的信息。红外热像仪通过拍摄设备的红外热像图，可以发现设备内部的热点和冷点，从而判断出可能存在的故障部位和原因。

（三）基于智能技术的故障诊断方法

故障树分析通过对设备故障进行逐层分解和细化，构建出一个由顶事件、中间事件和底事件组成的故障树模型。通过对故障树进行定性和定量分析，可以找出导致事件发生的所有可能路径和最小割集，从而为故障诊断提供有力支持。除此之外，神经网络与深度学习是近年来发展最为迅速的智能技术之一。在机械设备故障诊断中，神经网络与深度学习可以自动提取设备运行数据中的特征信息，并通过训练和学习来识别各种故障模式。这种方法不仅具有强大的自适应能力和泛化能力，还能够处理非线性、高维度和复杂多变的故障数据，为故障诊断的准确性和效率提供了有力保障。以某电力企业中的汽轮发电机组为例，该机组在运行过程中出现了振动异常的现象。为了快速准确地诊断出故障原因，采用了基于神经网络的智能诊断系统。该系统首先对机组的振动数据进行了自动采集和处理，利用训练好的神经网络模型对振动特征进行了提取和分类。通过对比振动特征，准确地识别出机组存在的不平衡故障，并给出了相应的维修建议。

Q 机械设备维修技术方法体系的构建和落实

（一）预防性维修

预防性维修通过前瞻性的维护活动，最大限度地减少设备故障的发生，确保设备的持续、稳定运行，进而延长其整

体使用寿命。这种维修方式不仅关注设备当前的运行状态，更注重预防未来可能出现的问题，从而为企业节省了大量的维修成本，避免了不必要的生产中断。第一，定期检查。维修团队按照一定的时间间隔，对机械设备的各个关键部件进行细致、全面地检查。这些检查并不只是在设备出现问题时才进行，而是在设备正常运行的过程中展开周期性检查以确保设备的各个部分都处于良好的工作状态。定期检查的内容丰富，涵盖了设备的各个方面。对润滑系统维修人员应检查油位是否合适、油质是否清洁、有无泄漏等情况，电气系统则重点检查接线是否松动、绝缘是否破损、电气元件是否工作正常等。此外，传动系统、紧固件、密封件等也都是定期检查的重点对象。第二，预防性更换，对机械设备而言，随着使用时间的推移不可避免地出现不同程度的问题，因此预防性更换是预防性维修策略中的另一重要环节。在部件达到其预期使用寿命之前，主动进行更换，以避免因部件失效而导致的设备故障。这种更换策略需要对设备部件磨损、腐蚀和老化等规律有深入了解，在此基础上，借助云计算、大数据等技术，对设备历史故障数据展开详细分析，制定预防性更换的时间节点。需要注意的是，对于一些易损件，如密封件、轴承等，考虑到它们在使用过程中容易受到磨损和腐蚀，更换周期可能相对较短，而对于一些耐用件，如发动机、齿轮箱等，更换周期则可能相对较长。在进行预防性更换时，维修人员会根据部件的实际情况和更换周期，制定详细的更换计划。这个计划不仅包括更换部件的名称、数量和时间，还包括更换所需的工具、材料和人员等。通过严格执行计划，可以确保设备的各个部件都能在最佳的时间点得到更换，从而最大限度地减少设备故障的发生。

（二）修复性维修

尽管预防性维修能够在很大程度上减少设备故障的发生，但在实际使用过程中，设备仍然有可能出现一些突发性的故障。在这个过程中，需要结合实际情况，对每一个关键性环节进行设计。第一，故障定位，故障定位是修复性维修的第一步，也是最为关键的一步。维修人员应在故障发生后，迅速、准确地确定故障发生的部位和原因。这意味着，维修人员需要具备丰富的实践经验和专业知识，熟练掌握各种故障诊断方法和工具。在故障定位过程中，维修人员可以通过观察、听声、触摸等方式，对设备的整体运行状态进行初步判断。完成初步预判后，借助各种专业的故障诊断工具，如万用表、示波器、红外测温仪等，对设备的各个部分进行详细地检测和分析。通过这些检测和分析，逐步缩小故障范围，最终确定故障发生的具体部位和原因。第二，零件更换与修复。一旦故障被准确定位，可以进行具体的维修工作，如拆卸设备以接触故障部件，并使用适当

的工具和零件进行更换或修复。在更换零件时,维修人员需要确保新零件与旧零件在尺寸、形状和性能上完全匹配。这通常需要他们查阅设备的维修手册和零件目录,以了解零件的具体规格和要求。在修复零件时,维修人员则需要根据零件的损坏程度和修复难度,选择合适的修复方法和工具。如对于轻微磨损的齿轮,可以通过磨削来恢复其正确的齿形;对于严重损坏的电气元件,则可能需要更换整个元件。此外,在进行零件更换与修复时,维修人员需要注意遵守安全操作规程和质量控制标准。这不仅可以确保维修工作的顺利进行,还可以避免因操作不当而导致的二次故障或安全事故。第三,设备调试与测试。更换或修复零件后,设备需要进行调试和测试,以确保其能够恢复正常工作状态,包括调整设备的参数、检查设备的安装质量和进行性能测试等。在设备调试过程中,维修人员需要根据设备的实际情况和运行要求,对设备的各种参数进行调整和优化。如液压系统需要调整泵的压力和流量设置,电气系统需要调整电机转速和功率设置。在设备测试过程中,需要对设备的各项功能进行逐一测试,以验证其是否能够达到设计要求和标准,包括但不限于压力测试、泄漏测试等。通过设备调试与测试,能够及时发现并解决设备在维修过程中可能出现的问题和隐患,确保设备在投入使用后能够稳定、可靠地运行。同时,这也是对维修人员工作质量和技能水平的一次全面检验和提升。

(三)改进性维修

在现代工业环境中,改进性维修不仅是对设备损坏部分的简单修复,更多地涉及对设备性能、结构和技术的全面优化与提升。通过改进性维修,企业不仅可以恢复设备的正常运行,还能进一步提升设备的整体性能,延长其使用寿命,从而满足不断变化的生产需求和市场环境。第一,设备性能优化。在维修过程中,通过对设备关键部件的调整、更换或重新设计,以及对设备控制系统的优化,可以显著提升设备性能。如在数控机床的改进性维修中,通过更换更高精度的主轴轴承,以提高机床的加工精度,同时,对机床的数控系统进行升级,以支持更复杂的加工程序。此举不仅可以减少设备的故障率,还能显著提高设备的生产能力和产品质量。从实际应用效果来看,通过性能优化,机床的加工精度可能从原先的 $\pm 0.02\text{mm}$ 提升到 $\pm 0.01\text{mm}$,加工效率也可能提升20%以上。第二,设备结构改进。通过

对设备结构的重新设计或调整,可以消除设备原有的设计缺陷,提高设备的可靠性和维修性。在机械泵的改进性维修中,面对机械泵的原有结构存在易磨损、易泄漏等问题,可以对泵的结构进行改进,如增加耐磨材料、改进密封结构等,以减少泵的维修频率,提高其运行稳定性。从实际案例来看,通过结构改进,泵连续运行时间从原先的2000小时提升到4000小时,泄漏率也降低了50%。第三,设备升级与更新。通过对设备整体或关键部件的全面更换或升级,以适应新的生产需求和技术发展。在老旧机床的改进性维修中,由于机床的原有性能和结构已经无法满足当前的加工需求,升级与更新包括更换机床的主轴系统、进给系统、控制系统等关键部件。通过升级与更新,老旧机床加工能力、加工精度和加工效率都会得到显著提升。这不仅可以为企业带来更好的生产效益,还能提升企业的整体竞争力。作为一种综合性的设备维修策略,改进性维修不仅可以恢复设备的正常运行,还能进一步提升设备的整体性能和使用寿命。

Q 结束语

综上所述,机械设备故障诊断与维修是确保设备正常运行、提高生产效率和产品质量的关键环节。基于经验、仪器和智能技术的故障诊断方法各具特色,互为补充,为维修人员提供了丰富、多样的诊断手段。在实际应用中,应根据设备类型、故障性质和现场条件等因素选择合适的诊断方法,并结合维修技术进行及时、有效的处理。未来,随着科技的不断发展,机械设备故障诊断方法与维修技术将迎来更加广阔的发展空间和应用前景。

参考文献

- [1]李薇.矿山机械设备维修的故障诊断技术[J].科技与创新,2022(19):148-150.
- [2]张方泽.矿山机械设备维修中的故障诊断技术[J].设备管理与维修,2020(24):143-145.
- [3]赵文亮.矿山机械设备维修中的故障诊断技术[J].石化技术,2020,27(02):369-370.

作者简介:

韦凯(1980—),男,壮族,广西崇左人,本科,工程师,广西职业技术学院,研究方向:机械实训类教学。