文章类型：论文|刊号（ISSN）：2737-4505(P) / 2737-4513(O)

转子失衡预防性维修策略探讨

陈平　罗孝文　刘兴军
云南水富云天化有限公司装备运维中心
DOI:10.12238/etd.v6i3.14399

[摘　要] 随着现代工业技术的持续发展,旋转机械在众多工业系统中所扮演的角色愈发关键。然而,转子不平衡现象频繁出现,严重干扰了设备的稳定运行,给企业生产造成了显著的经济损失。因此,实施预防性维护以避免转子不平衡,确保设备长期稳定运行,已成为工业维护领域亟待解决的关键问题。本文旨在研究转子不平衡的预防性维护策略,通过动平衡实验室的周期性检测,提前识别并消除转子不平衡的风险因素,进而提升设备的运行周期和稳定性。
[关键词] 预防性维修；动平衡；转子；运行周期
中图分类号：TF576.7　文献标识码：A

Exploration of Preventive Maintenance Strategies for Rotor Imbalance

Ping Chen　Xiaowen Luo　Xingjun Liu
Yunnan Shuifu Yuntianhua Co., Ltd. Equipment Operation and Maintenance Center

[Abstract] With the continuous development of modern industrial technology, the role played by rotating machinery in many industrial systems has become increasingly crucial. However, the frequent occurrence of rotor imbalance seriously interferes with the stable operation of equipment and causes significant economic losses to the production of enterprises. Therefore, implementing preventive maintenance to avoid rotor imbalance and ensure long-term stable operation of equipment has become a key issue that urgently needs to be addressed in the field of industrial maintenance. This article aims to study preventive maintenance strategies for rotor unbalance. Through periodic testing in the dynamic balancing laboratory, risk factors for rotor unbalance can be identified and eliminated in advance, thereby improving the operating cycle and stability of the equipment.
[Key words] preventive maintenance; Dynamic balance; Rotor; Operating cycle

引言

转子作为旋转机械的核心组件,其运行状态对整个机械系统的性能与稳定性具有决定性影响。然而,在实际操作过程中,由于制造误差、安装不当、磨损等因素,转子常常出现失衡现象,这将导致机械振动加剧、噪音水平上升,甚至可能触发严重的机械故障。这些问题不仅造成生产过程的中断,还增加了维修成本。随着企业转型升级的战略需求,以及新产品生产的推进,如何延长转子的运行周期已成为设备管理领域亟待研究和解决的重要课题。

1 转子失衡的原因及影响

1.1转子失衡的原因

转子失衡的成因具有多样性,以下为几个主要因素：

1.1.1在制造过程中,由于材料的不均匀性及加工误差等因素,可能导致转子质量分布的偏差,进而引起转子在旋转过程中产生不平衡的离心力。此类不平衡的离心力将导致设备产生振动和噪音。

1.1.2在安装过程中,若转子的轴线与设备的旋转轴线未实现精确对齐,则在旋转过程中将产生偏离中心的离心力,从而导致转子失衡。

1.1.3轴承作为支撑转子旋转的关键组件,其随使用时间增长可能出现磨损,导致支撑稳定性下降,进而引发转子失衡。

除上述因素外,尚有其他潜在因素可能导致转子失衡,例如转子受热不均、转子部件的松动或脱落等[1]。

1.2转子失衡的影响

转子失衡对机械装置及生产流程的影响极为显著,其主要表现可归纳为以下几点：

1.2.1转子失衡可引发机械装置的突发性停机或其他故障,从而对生产流程造成安全风险。尤其在关键生产环节,转子失衡可能触发严重的生产事故。例如,在2016年的一次制醇装置大修中,为弥补氮气短缺,需启动小空分装置。在空压机1101-JA启动过程中,高速轴振动值异常升高,尽管停车检查后轴承未发现异常,但机组在继续运行后因振动过高而自动停机。振幅达到30um,

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

文章类型：论文|刊号（ISSN）：2737-4505(P) / 2737-4513(O)

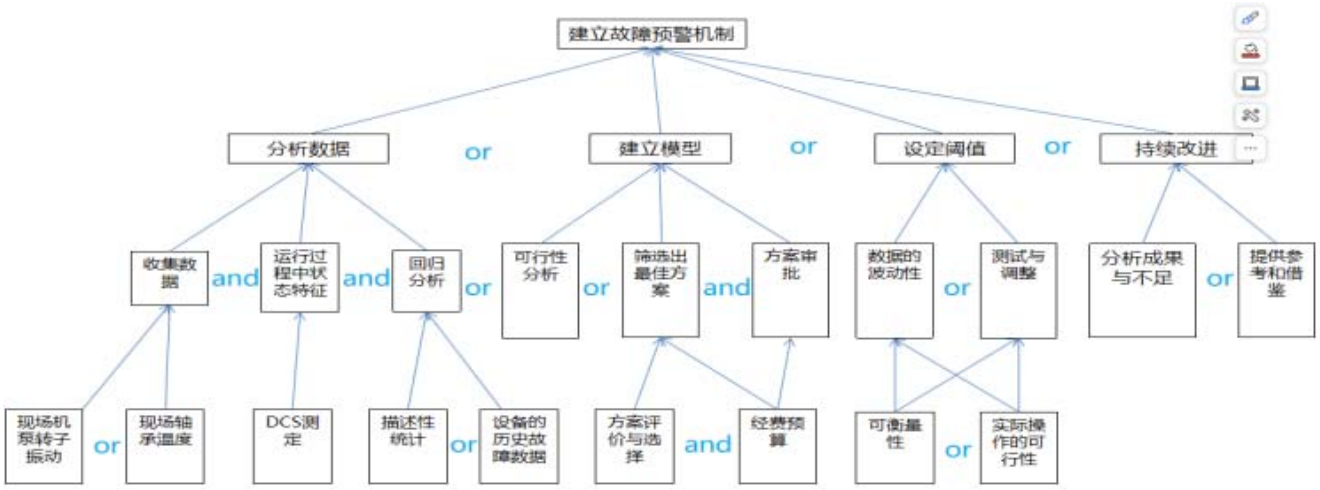

图 1　因果链分析

超出了报警阈值22.9um,且接近自动停机阈值30.5um,无法顺利从启动状态过渡至运行状态。设备管理人员经过分析判断,认为是转子失衡导致高速轴振动。随后对压缩机进行解体,并将高速轴送至外部进行动平衡检测与调整。两天后,转子重新装配并运行稳定,高速轴振动降至5.6um。通过前后两次检修,耗时长达5天,才最终解决了这一问题。

1.2.2转子不平衡现象会显著降低机械设备的运行精度,特别是在对精度要求极高的领域,例如精密制造和精密测量等,转子不平衡现象可能导致产品品质的下降。

1.2.3长期的转子不平衡现象会加速机械设备的磨损,导致设备部件提前损坏,需要更频繁地进行更换或维修,从而增加了企业的维护成本。

1.2.4转子不平衡现象可能导致机械设备频繁停机或降低运行速度,进而影响生产效率。此外,由于设备振动和噪音,还可能对操作人员的工作效率产生负面影响[2]。

2 转子失衡的预防性维修方式

2.1原有维修模式

针对转子失衡问题,传统方法是在失衡问题严重到一定程度后才进行干预,以及通过定期更换易损件来维护机组。尽管这些措施能在一定程度上缓解问题,但并非长期有效的解决方案。该方法可能导致设备在运行过程中频繁发生故障,从而影响生产效率和产品质量,并可能增加设备的维护成本和安全风险。

2.2转子失衡预防性维修方式

转子失衡预防性维护策略的核心宗旨在于,确保转子在投入运行前已通过精确的动平衡测试,以消除潜在的失衡隐患。该策略的核心在于预防性维护,即在转子安装至机组之前,利用科学方法预测并解决可能存在的失衡问题,确保机组运行期间转子的不平衡量始终控制在规定的平衡精度范围内。

动平衡测试能够精确测定转子的不平衡量,并通过相应的平衡操作减少或消除该不平衡。此类操作显著降低了设备运行过程中由转子失衡导致的故障风险,进而提升了设备的可靠性和稳定性。

相较于传统的故障后维修策略,预测性维护方法展现出其显著的优越性。该方法不仅能够有效降低设备故障率,减少维修成本,而且能够避免因设备停机而造成的生产损失。此外,通过周期性地对转子执行动平衡测试,能够及时识别并解决转子运行过程中可能出现的不平衡问题,从而保障设备的持续稳定运行。

因此,实施转子失衡的预防性维护策略是企业提升设备管理效能、降低运营成本、增强市场竞争力的关键手段。在实际操作层面,企业应当构建完善的预测性维护体系,定期对转子进行动平衡测试,并依据测试结果采取针对性的维护措施,以确保设备的稳定运行和生产效率的提升[3]。

3 转子失衡预防性维修策略实施

3.1建立故障预警机制

构建故障预警机制具有明确的目标指向性和实际操作性,能够直接解决特定问题或达成预期目标。通过实施该措施,可以实现维修管理流程的优化、转子使用条件的改善以及员工技能水平的提升等多方面效益。如图1所示。

3.2现场数据收集

通过构建稳定的数据传输与存储架构,并实施高效的数据分析与处理策略,可以深入掌握设备运行状况及性能表现,从而为设备维护与管理提供坚实的理论支撑。

3.3可行性分析

技术可行性分析:当前,市场已存在成熟的转子质量平衡检测技术与设备,这些技术与设备能够精确地识别转子的不平衡状态。这些技术经过长时间的实践检验与应用,已获得普遍的验证与认可。因此,从技术层面审视,构建动平衡实验室以进行转子不平衡的预测性维护是具备技术可行性的。

经济可行性分析：尽管预防性维护需要一定的经济投入,包括动平衡实验室的设备购置、人员培训、日常维护等费用,但与故障发生后的维修成本相比,其经济成本更低。此外,预防

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

性维护能够减少设备的停机时间，提升生产效率，从而为企业带来更大的经济效益。同时，稳定的研发资金支持，可以为实验室的建设与运营提供坚实的经济后盾。因此，从经济角度考量，构建动平衡实验室进行转子不平衡的预测性维护是具有经济可行性的。

管理可行性分析：构建完善的预防性维护体系，能够实现对转子状态的实时监控与预警，为管理决策提供有力的数据支持。企业可以通过制定明确的维护流程与标准，确保动平衡实验室的高效运作。同时，加强对维护人员的培训与考核，提升其专业技能与责任意识，是确保管理可行性的关键。因此，从管理层面审视，构建动平衡实验室进行转子不平衡的预测性维护是具备管理可行性的。

综合分析，构建动平衡实验室以实现转子不平衡的预测性维护，在技术、经济与管理三个维度上均显示出完全的可行性。这不仅能够提升企业的设备管理水平，降低运营成本，还能增强企业的市场竞争力。因此，建议企业积极推进动平衡实验室的建设与运行，以实现对转子不平衡的预测性维护。

3.4建立动平衡实验室

3.4.1流程，如图2所示

图2　流程示意图

3.4.2周期性检测校验

针对设备转子周期性质量平衡表，除大型压缩机需长期运行外，其余320项机泵和电机转子，按季度分批进行检测，以掌握质量分布情况，并据此进行调整，以期在问题初现时即消除不平衡量。

3.4.3不定期随机检测校验

制定平衡机实验室操作标准作业指导书，明确操作负责人及安全负责人，将管理制度公示，并建立设备动平衡管理档案。

3.5成功案例

2024年初某公司装置停车大修，解体检查合成1107-JA，发现叶轮入口叶片根部汽蚀损坏严重，进行较大面积氩弧焊补焊。原有修复叶轮后直接上机运行，存在隐患。此次维修后转子在平衡实验室检查，在167° 位置有821mg不平衡量，超过了G1级精度要求，对此平面进行了动平衡校正，最终不平衡质量减少到了23.4mg。机组现场投用后，振动2.0mm/s运行情况良好。如图3和图4所示。

图3　补焊面积与位置图

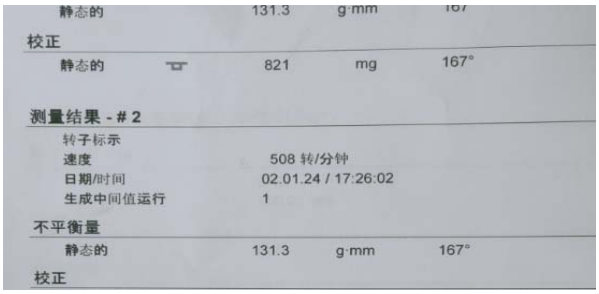

图4　平衡校正情况

截止2024年3月，动平衡实验室已完成12台设备动平衡监测。其中检测出12台超过标准，并已对超标进行全部试验并合格。

4 结束语

本研究着重分析了动平衡检测技术在转子失衡预防性维护中的应用，该技术能够及时揭示转子潜在的缺陷，防止设备故障引发的生产中断或产品质量降低。通过周期性检测与非周期性检测的综合运用，实现了对设备运行状态的有效监控，并及时识别出转子失衡问题。该方法不仅提升了设备运行的稳定性，还显著减少了由转子失衡引起的故障率。本研究结果表明，动平衡检测是一种高效且实用的预防性维护策略，对于保障设备长期稳定运行具有显著意义。通过执行该策略，企业能够降低维修成本、提升生产效率，从而实现更佳的经济效益。

[参考文献]

[1]翟继哲,化工机器与设备检修技术[M].化学工业出版社,2000.06.232-234.

[2]董大勤,化工设备机械基础[M].化学工业出版社,2012.08.20-21.

[3]李明,王青松.动平衡技术在小机泵中的应用研究[J].机械工程学报,2017,53(18):50-51.

作者简介：

陈平(1970--),男,汉族,四川潼南人,机修钳工高级技师,云南省劳模(大师)工作室负责人,从事维修机械故障诊断及研究分析。

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.