

# 汽轮机振动高原因分析及对策

高宏伟 贾雁群

沈阳经济技术开发区热电有限公司 辽宁 沈阳 110027

**摘要：**汽轮机振动高的原因多样，主要包括设备设计制造缺陷、转子不平衡、轴承故障、操作不当如升速过快或负荷不均、以及维护不当如润滑不良等。为应对这些问题，需加强设备维护，确保转子精确平衡和定期更换磨损部件；操作需规范，控制升降速率和负荷平稳性；同时加强实时监测，采用先进诊断技术快速识别故障并预警。定期检修与保养亦必不可少，以减少振动风险，保障汽轮机的稳定可靠运行。

**关键词：**汽轮机；振动高原因；对策

引言：汽轮机振动高是一个影响设备稳定运行及生产效率的重要问题，其背后原因众多且错综复杂。通常，这些振动可能由设备设计制造中的微小缺陷、转子不平衡、轴承故障、操作失误以及维护不足等多种因素引起。为了有效解决这一问题，提高汽轮机的运行稳定性，本文将对振动高的原因进行深入分析，并提出相应的对策和建议。这不仅有助于减少设备故障，还能提高生产效率，确保生产线的安全运行。

## 1 汽轮机振动理论基础

### 1.1 汽轮机振动的类型及其特点

汽轮机在运行过程中，由于各种因素的影响，会产生不同类型的振动。常见的汽轮机振动类型包括轴向振动、径向振动和扭转振动。（1）轴向振动主要发生在转子的轴向方向上，其特点是振动方向与转子轴线重合。轴向振动通常由于转子轴向力的不平衡、轴承间隙过大或轴承刚度不足等原因引起。（2）径向振动则发生在转子的径向方向上，即垂直于转子轴线的方向。径向振动是汽轮机中最常见的振动形式，通常由于转子不平衡、轴承故障、叶片损坏或输送系统故障等因素引起。径向振动的特点是振幅较大，对设备的影响也较为显著。

（3）扭转振动则发生在转子的扭转方向上，即沿转子轴线扭转的振动。扭转振动通常由于转子各部分的转动惯量差异、轴承支撑刚度不均匀或轴向力作用不均匀等因素引起。扭转振动可能导致转子的损坏，对汽轮机的安全运行造成威胁。不同类型的振动具有不同的特点，需要通过不同的监测和分析手段来识别和处理。

### 1.2 振动产生的机理和影响因素

汽轮机振动的产生机理复杂多样，但总体上可以归纳为内部激励和外部激励两大类。（1）内部激励主要包括转子不平衡、轴承故障、叶片损坏等因素。转子不平衡是引起汽轮机振动的主要原因之一，由于转子的质

量分布不均匀或加工制造过程中产生的误差，导致转子在旋转时产生离心力，进而引发振动。轴承故障如轴承间隙过大、润滑不良等也会导致振动加剧。叶片损坏如腐蚀、疲劳断裂等同样会引起振动异常<sup>[1]</sup>。（2）外部激励则包括输送系统故障、基础刚度不足、外部冲击等因素。输送系统故障如汽水管道不稳定、阀门操作不当等可能导致流体动力学性能的变化，从而引起汽轮机的振动。基础刚度不足则可能使汽轮机的振动无法得到有效的控制。外部冲击如地震、风暴等自然灾害以及人为操作失误等也可能导致汽轮机的振动加剧。影响汽轮机振动的因素众多，包括设备设计、制造、安装、调试和运行等多个方面。因此，在分析和处理汽轮机振动问题时，需要综合考虑各种因素的作用。

### 1.3 振动对汽轮机性能和安全性的影响

汽轮机振动对设备的性能和安全性具有显著的影响。首先，振动会导致设备的疲劳和损坏，降低设备的使用寿命和可靠性。其次，振动会引起噪声和环境污染，影响工作环境和员工的身心健康。此外，振动还可能导致设备故障和事故，给生产安全带来威胁。因此，对汽轮机振动问题进行有效的监测、分析和处理是保证设备正常运行和安全生产的重要措施之一。通过对振动问题的研究和分析，可以找出振动产生的原因和机理，为设备的维护、检修和改进提供有力的技术支持。

## 2 汽轮机振动高的原因分析

### 2.1 设备自身原因

汽轮机振动高的问题，很多时候源于设备自身的设计和制造缺陷。（1）调节系统的不稳定性是导致汽轮机振动高的一个重要原因。调节系统负责控制汽轮机的进汽量，如果调节系统出现故障或调节参数设置不当，就会导致进汽量波动，进而引发机组振动。例如，调节阀门的开度不稳定或阀门卡涩等，都会使得进汽量发生周

期性变化,从而引起机组振动。(2)转子不平衡也是造成汽轮机振动高的一个常见原因。转子作为汽轮机的核心部件,其质量分布直接影响到机组的振动状态。叶片被侵蚀、叶片结垢或脱落等问题都会导致转子质量分布不均,从而产生不平衡力,引发机组振动。此外,转子在安装过程中如果存在装配不当或安装误差等问题,也会导致转子不平衡,进而引发振动<sup>[2]</sup>。(3)汽缸的保温不良或保温层破损也是导致汽轮机振动的原因之一。汽缸在运行过程中需要保持一定的温度,以确保机组的正常运行。然而,如果保温层破损或保温不良,就会导致汽缸的温度分布不均匀,从而引起热膨胀不均匀。这种不均匀的热膨胀会使汽缸发生变形,进而引发机组振动。(4)滑销系统的卡死也会导致汽轮机不能自由膨胀,从而引发振动。滑销系统是汽轮机的重要组成部分,它允许汽缸在温度变化时能够自由膨胀和收缩。然而,如果滑销系统卡死或滑销间隙不足,就会限制汽缸的膨胀和收缩,从而导致机组振动。

## 2.2 操作不当原因

除了设备自身原因外,操作不当也是导致汽轮机振动高的一个重要因素。(1)在启动升速、带负荷过程中,如果操作不当,就可能引起机组振动加剧。例如,在启动升速过程中,如果升速过快或加负荷过急,就会使得转子受到过大的应力,从而引发机组振动。此外,在带负荷过程中,如果负荷变化过大或变化速度过快,也会对机组的稳定性产生影响,进而引发振动。(2)疏水不当也是引发汽轮机振动的一个常见问题。疏水是指将汽轮机内部产生的凝结水及时排出,以保持机组的正常运行。如果疏水不畅或疏水不当,就会导致凝结水在汽轮机内部积聚,从而引发振动。例如,在停机过程中,如果停机后盘车不当或盘车时间过长,就会导致转子弯曲变形,进而引发机组振动。(3)暖机不足也是导致汽轮机振动的一个常见原因。在启动前,需要对汽轮机进行充分的暖机,以确保机组的正常运行。如果暖机不足或暖机方式不当,就会导致转子温度分布不均匀,从而引发机组振动。

## 2.3 维护不当原因

维护不当也是导致汽轮机振动高的一个重要因素。(1)润滑油温过高或过低、油压过低等都会影响轴承油膜的形成,从而导致轴承的润滑不良和振动加剧。轴承作为汽轮机的重要部件之一,其润滑状态直接影响到机组的运行稳定性。如果润滑油温过高或过低、油压过低等都会使得轴承油膜不稳定甚至破裂,进而引发机组振动。(2)新蒸汽温度过高或过低也会引起汽缸的热膨

胀、热变形问题,从而引发振动。新蒸汽的温度是影响汽缸热膨胀的主要因素之一。如果新蒸汽温度过高或过低都会使得汽缸的热膨胀不均匀或过大从而导致机组振动。(3)真空降低也是导致汽轮机振动的一个常见原因。真空降低会导致排汽温度升高从而使得排汽缸异常膨胀。这种异常膨胀会改变汽轮机的整体结构从而引发机组振动。因此在实际运行过程中需要注意对真空度进行监测和维护以避免因真空降低而引发的振动问题。

## 3 汽轮机振动高的应对策略研究

### 3.1 设备维护与优化

设备维护与优化是减少汽轮机振动高的根本途径之一。(1)对汽轮机转子进行精确平衡。转子的不平衡是导致汽轮机振动高的主要原因之一。因此,对汽轮机转子进行精确平衡至关重要。可以利用动平衡仪等专业设备对转子进行平衡校正,通过增加或减少配重块来调整转子的质量分布,使其达到平衡状态。这样可以有效减少转子的不平衡力,降低振动水平。(2)定期检查轴承,进行润滑维护。轴承是汽轮机的重要部件之一,其润滑状态直接影响到机组的振动情况。因此,应定期对轴承进行检查和润滑维护。首先,要检查轴承的磨损情况和油膜状态,确保其处于良好状态。其次,要定期更换润滑油,保持润滑油的清洁度和性能稳定。此外,还可以采用润滑系统自动控制技术,确保轴承在运行过程中得到充分的润滑<sup>[3]</sup>。(3)定期检查转子,对不平衡或损坏的情况进行修复或更换。转子在长期运行过程中可能会出现不平衡或损坏的情况,这会导致振动加剧。因此,应定期对转子进行检查,及时发现并处理不平衡或损坏的问题。对于不平衡的转子,可以通过动平衡校正来恢复其平衡状态;对于损坏的转子部件,应及时进行修复或更换,确保转子的正常运行。

### 3.2 操作规范化

操作规范化是保障汽轮机稳定运行、降低振动问题的关键环节。(1)为了确保汽轮机的稳定运行,我们需要制定详细而全面的操作规程。这份规程应细致描述从机组启动前的准备工作,到启动升速、带负荷运行以及停机等所有环节的操作步骤和注意事项。详细的规程不仅能为操作人员提供明确的指导,还能帮助他们规范行为,避免误操作,从而有效减少因操作不当而引起的振动问题。(2)加强操作人员的培训和管理至关重要。操作人员的技能水平和安全意识直接影响到汽轮机的运行状态。因此,我们需要通过系统培训,使操作人员熟练掌握汽轮机操作的相关技能和安全知识。同时,严格的管理制度也必不可少,它能够确保操作人员始终遵循操

作规程和安全制度,进一步降低人为因素导致的振动风险<sup>[4]</sup>。(3)定期的技能考核和安全评估能够进一步巩固培训和管理效果。通过考核和评估,我们可以及时发现操作人员的不足之处,并针对性地提供指导和帮助。这不仅能提升操作人员的整体水平,还能确保他们始终胜任汽轮机操作工作,为汽轮机的稳定运行提供有力保障。

### 3.3 加强监测与故障诊断

加强监测与故障诊断是预防汽轮机振动高的重要手段之一。(1)利用振动监测系统等技术对汽轮机进行实时监测。振动监测系统是预防汽轮机振动高的有效工具之一。该系统可以实时监测汽轮机的振动情况,并将数据传输到中心控制器进行分析和处理。通过分析数据,可以及时发现潜在的振动问题并采取相应的措施进行处理。(2)建立故障诊断数据库,对常见的振动问题进行分类和归纳。为了更有效地识别和解决汽轮机的振动问题,建立故障诊断数据库是至关重要的。该数据库应包含各种振动问题的详细记录,包括问题的描述、发生的原因、解决方法和效果等。通过对这些数据的分类和归纳,可以形成一套完整的故障诊断知识体系,为后续的故障诊断提供有力支持。当汽轮机出现新的振动问题时,可以快速与数据库中的记录进行比对,从而迅速找到可能的解决方案<sup>[5]</sup>。(3)结合专家系统和智能算法进行故障诊断和预警。随着人工智能技术的不断发展,专家系统和智能算法在故障诊断领域的应用也越来越广泛。可以结合汽轮机的实际运行情况和历史数据,利用专家系统和智能算法进行故障诊断和预警。通过这些先进技术的应用,可以更加准确地识别振动问题的根源,提前发现潜在的故障隐患,并给出相应的处理建议。这不仅可以提高故障诊断的效率和准确性,还可以降低因振动问题而导致的设备损坏和安全事故的风险。

### 3.4 定期维护与检修

除了上述策略外,定期维护与检修也是确保汽轮机稳定运行的重要手段。通过定期对汽轮机进行维护与检修,可以及时发现并解决设备存在的问题,从而避免振动问题的发生。(1)定期清理汽缸和叶片。汽缸和叶片

是汽轮机的重要部件,其清洁程度直接影响到机组的运行效率和振动情况。因此,应定期清理汽缸和叶片,去除积聚的污垢和杂质,保持其清洁度。这不仅可以提高机组的运行效率,还可以减少因污垢和杂质引起的振动问题。(2)检查并更换磨损的零部件。汽轮机在运行过程中,部分零部件会出现磨损现象。如果磨损严重而不及更换,就会对机组的稳定运行产生不良影响。因此,应定期检查并更换磨损的零部件,确保机组的正常运行。(3)加强设备巡检和保养。加强设备巡检和保养是确保汽轮机稳定运行的常规工作之一。通过对设备进行全面检查和保养,可以及时发现设备存在的隐患和故障,并采取相应的措施进行处理。同时,还可以提高设备的运行效率和可靠性,降低因振动问题而导致的设备损坏和安全事故的风险。

### 结束语

经过对汽轮机振动高问题的深入分析,可以清晰看到,振动高往往源于设计制造误差、转子失衡、轴承磨损等多重因素。为解决这些问题,一系列针对性对策被提出,包括优化设计、提升制造精度、加强轴承维护与更换等。这些对策的实施,将有效降低振动水平,提升汽轮机的运行稳定性与可靠性。未来,随着技术的不断进步,相信将有更多创新方案涌现,推动汽轮机行业向更高性能、更稳定运行迈进。

### 参考文献

- [1]葛红健.600MW火电厂汽轮机振动大原因及对策分析[J].电力设备管理,2021(01):80-81.
- [2]王靖宇.大型火电厂汽轮机轴承振动的原因分析及处理对策研究[J].装备维修技术,2020(02):91-92.
- [3]王祈云,张广召,方松林等.二氧化碳压缩机汽轮机异常振动原因分析及对策[J].大氮肥,2018,41(04):242-243.
- [4]黄永亮,张晓旭.对火力发电厂汽轮机振动异常的分析及其故障判断[J].黑龙江科学,2019,8(17):46-47.
- [5]徐誉玮.火力发电厂大型汽轮机振动异常分析及故障判断[J].现代制造技术与装备,2019(7):119-120.