

# 燃气轮机发电机组轴系对中技术研究

王文涛

湘投国际(衡东)燃气发电有限公司 湖南 衡阳 421400

**摘要:** 燃气轮机发电机组轴系对中技术是保证机组安全、稳定和经济运行的关键技术。本文对轴系对中技术的重要性、常用方法、技术要求以及影响对中效果的因素进行了深入研究,旨在提高燃气轮机发电机组轴系对中技术的效率和质量,为相关技术人员提供参考。

**关键词:** 燃气轮机发电机组;轴系对中技术;技术要求;影响因素

## 引言

燃气轮机发电机组作为现代工业的重要动力设备,其运行效率和稳定性直接影响整个系统的性能。轴系对中技术作为机组安装和维修过程中的重要环节,对于确保机组长期稳定运行具有重要意义。本文将围绕轴系对中技术的核心地位、常用方法、技术要求以及影响因素展开深入研究。

### 1 燃气轮机发电机组轴系对中技术的重要性

轴系对中技术,作为燃气轮机发电机组安装与维护中的核心环节,其精准实施是确保整个系统高效、稳定、安全运行的基石。这一技术不仅关乎机组内部各转子中心线的精确对齐,更在于通过精细调整,使连接这些转子的联轴器中心线能够形成一条连续且光滑的轴线,同时确保所有静止部件与转动部件之间保持高度的同心性。

#### 1.1 安全性的保障

轴系对中的精确性直接关系到机组的安全运行。一旦对中不良,机组在运行过程中可能会产生异常振动,这些振动不仅会加速轴承等关键部件的磨损,还可能导致联轴器因承受不均匀载荷而损坏,甚至引发更严重的机械故障,如转子断裂等,对人员安全和设备完整构成严重威胁。

#### 1.2 稳定性的提升

良好的轴系对中能够显著提升机组的运行稳定性。当各转子中心线及联轴器完美对齐时,机组在运转时的动平衡状态得以优化,减少了因不平衡引起的振动和噪音,使得机组能够更加平稳地运行,从而提高了整体系统的可靠性和耐用性。

#### 1.3 经济性的优化

轴系对中不良还会导致机组效率下降,增加能耗。这是因为不对中会引起额外的摩擦和阻力,使得机组在相同输出下需要消耗更多的能源。相反,精确的轴系对

中能够确保能量传递的高效性,减少能量损失,长期而言,这将显著降低运行成本,提升机组的经济性。

#### 1.4 维护成本的降低

轴系对中不良还会加速机组部件的磨损和老化,增加维护频率和成本。例如,轴承和联轴器的过早损坏需要频繁更换,不仅增加了备件费用,还可能导致生产中斷,影响企业的生产计划和经济效益<sup>[1]</sup>。而通过精确的轴系对中,可以有效延长这些关键部件的使用寿命,减少维护需求和成本。

## 2 燃气轮机发电机组常用轴系对中方法

### 2.1 磁极法

#### 2.1.1 原理与设备构成

磁极法的基本原理基于磁场的空间分布特性。在实施时,通常会在涡轮旋转轴线的两侧(即待对中的两个转子端面)分别安装一对精心设计的磁极。这些磁极产生稳定的磁场,其强度和方向经过精确计算,以确保测量的准确性。传感器则位于磁极附近,用于捕捉磁场的变化信息,并将这些信号转换为电信号以供后续处理和分析。

#### 2.1.2 测量过程

测量过程中,当转子缓慢旋转时,磁极随之移动,产生的磁场也随之变化。传感器捕捉到这些变化,并通过高精度的信号处理电路进行放大、滤波和转换,最终计算出轴线的实际位置与理论位置之间的偏差。这一过程要求极高的测量精度和稳定性,以确保对中结果的准确性。

#### 2.1.3 优点

由于磁极法利用了磁场的稳定性和传感器的高精度,因此能够实现极高的测量精度,满足燃气轮机发电机组对轴系对中的严格要求。相对于其他对中方法,磁极法的操作过程相对简单,不需要复杂的机械调整或繁琐的计算步骤,降低了操作难度和工作量<sup>[2]</sup>。磁极法采

用非接触式测量方式，避免了因接触而产生的误差和磨损，提高了测量的可靠性和重复性。

#### 2.1.4 局限性

由于磁极法和所需的高精度传感器制造成本较高，因此整体设备成本也相对较高，这在一定程度上限制了其在某些场合的应用。磁极法对环境条件（如温度、湿度、电磁干扰等）较为敏感，需要在相对稳定的环境中进行测量，以确保测量结果的准确性。虽然磁极法在燃气轮机发电机组轴系对中表现出色，但其适用范围相对有限，主要适用于中、小型机组或特定类型的转子对中测量。

### 2.2 光纤法

#### 2.2.1 原理与设备构成

光纤法的基本原理基于光速在光纤中的传播特性以及光信号的时间延迟效应。在实施时，通常会在待对中的两个转子端面分别安装光纤发射器和接收器。光纤发射器发出光信号，通过光纤传输到接收器，接收器接收到光信号后，会记录下光信号从发射到接收的时间延迟。由于光在光纤中的传播速度已知，因此可以通过测量时间延迟来计算出发射器与接收器之间的距离，进而推算出轴线的中心点位置。

#### 2.2.2 测量过程

测量过程中，首先需要对光纤进行精确的安装和校准，以确保光信号的传输路径和延迟时间的准确性。然后，启动光纤发射器，发出光信号，并通过光纤传输到接收器。接收器接收到光信号后，会进行信号处理和计算，得出时间延迟和距离信息。最后，根据这些信息，可以计算出轴线的实际位置与理论位置之间的偏差，从而完成轴系对中的测量。

#### 2.2.3 优点

光纤法适用于各种类型和规格的燃气轮机发电机组，无论是大型还是小型机组，都能够实现精确的轴系对中测量。由于光纤传输光信号具有极高的抗干扰能力，因此光纤法能够在恶劣的工业环境中保持稳定的测量性能，不受电磁干扰、振动等因素的影响<sup>[3]</sup>。光纤法利用光速在光纤中的传播特性和高精度的时间测量技术，能够实现极高的测量精度，满足燃气轮机发电机组对轴系对中的严格要求。

#### 2.2.4 局限性

由于光纤法和所需的高精度光纤、发射器、接收器等设备制造成本较高，因此整体设备成本也相对较高，这在一定程度上限制了其在某些场合的应用。光纤的安装需要极高的精度和专业的技术，以确保光信号的传

输路径和延迟时间的准确性。同时，光纤在使用过程中容易受到损坏和污染，需要定期进行维护和更换，增加了使用成本和工作量。虽然光纤法具有较强的抗干扰能力，但对环境条件（如温度、湿度、灰尘等）仍然较为敏感。在恶劣的环境条件下，光纤的性能可能会受到影响，导致测量结果的准确性降低。

### 2.3 激光法

#### 2.3.1 原理与设备构成

激光法的核心原理在于利用激光束的直线性和高精度特性。激光对中仪通常由激光发射器、接收器、处理器和显示屏等部分组成。在测量过程中，激光发射器发出一束细小的激光束，该激光束经过精心设计的透镜系统后，形成一条平行于转子轴线的光线。接收器则位于转子的另一端，用于捕捉并测量激光束的位置和角度。处理器根据接收到的数据，计算出轴线的实际位置与理论位置之间的偏差，并通过显示屏实时显示出来。

#### 2.3.2 测量过程

激光法的测量过程相对简单且高效。首先，将激光对中仪安装在待对中的两个转子端面上，并确保激光发射器与接收器之间的光路畅通无阻。然后，启动激光发射器，发出激光束，并通过接收器捕捉并测量激光束的位置和角度。处理器根据这些数据，迅速计算出轴线的偏差，并在显示屏上显示出来<sup>[4]</sup>。操作人员可以根据显示屏上的指示，对转子进行精确调整，直到达到理想的对中状态。

#### 2.3.3 优点

激光法利用激光束的直线性和高精度特性，能够实现极高的测量精度，确保轴系对中的准确性。激光对中仪的操作界面直观易懂，操作人员无需经过复杂的培训即可上手操作，降低了操作难度和工作量。激光法适用于各种类型和规格的燃气轮机发电机组，无论是水平还是垂直安装的转子，都能够实现精确的轴系对中测量。激光对中仪能够实时显示轴线的偏差情况，操作人员可以根据反馈信息进行及时调整，提高了对中的效率和准确性。

## 3 燃气轮机发电机组轴系对中技术要求

### 3.1 水平偏差和垂直偏差控制

水平偏差和垂直偏差是轴系对中最基本的两个参数。水平偏差是指转子轴线在水平方向上的偏移量，而垂直偏差则是指转子轴线在垂直方向上的偏移量。为了控制这些偏差，必须采用高精度的测量工具，如激光对中仪、磁极法或光纤法等，以确保测量的准确性和可靠性。在测量过程中，应严格遵循操作规程，避免人为误

差的影响。同时,还需要考虑环境温度、材料老化等因素对测量结果的影响,并进行相应的修正。

### 3.2 轴间距偏差控制

轴间距偏差是指相邻两个转子之间的距离与理论值之间的偏差。这个偏差的大小直接影响到联轴器的受力和机组的运行稳定性。因此,在轴系对中过程中,必须严格控制轴间距偏差,确保其在允许的范围内。为了实现这一目标,需要采用精确的测量方法和工具,并对测量结果进行多次验证和比对,以确保其准确性。

### 3.3 轴角度偏差控制

轴角度偏差是指转子轴线与理论轴线之间的夹角。这个夹角的大小会影响到机组的动平衡和振动情况,因此必须严格控制。在轴系对中过程中,应采用专业的测量工具和方法来测量轴角度偏差,并根据测量结果进行相应的调整。同时,还需要考虑机组的运行工况和负载情况,以确保轴角度偏差在允许的范围内。

## 4 影响燃气轮机发电机组轴系对中效果的因素

影响燃气轮机发电机组轴系对中效果的因素多种多样,包括设备因素、环境因素和操作因素等。为了确保轴系对中的准确性和可靠性,需要综合考虑这些因素,并采取相应的措施来减少它们的影响。同时,还需要提高技术人员的专业素质和操作技能,以确保轴系对中的顺利进行。

### 4.1 设备因素

设备本身的制造精度、安装质量以及使用过程中的磨损等因素都是影响轴系对中效果的重要因素。(1)制造精度:联轴器、轴承等关键部件的制造精度直接决定了轴系对中的基础。如果这些部件的制造精度不高,那么即使进行了精细的对中调整,也难以达到理想的对中效果。(2)安装质量:安装过程中的误差也会对轴系对中产生影响。例如,轴承座的安装位置偏差、联轴器安装时的同轴度偏差等都会导致轴系对中不准确。(3)磨损:设备在使用过程中,由于摩擦、腐蚀等原因,部件会发生磨损。这种磨损会改变部件的尺寸和形状,从而影响轴系对中的效果。特别是轴承和联轴器等关键部件的磨损,对轴系对中的影响尤为显著。

### 4.2 环境因素

环境温度、湿度、振动等环境因素也会对轴系对中产生影响,这些影响往往被忽视,但却不容忽视。(1)温度:温度变化会导致机组各部件的膨胀和收缩,从而改变部件之间的相对位置。这种变化会破坏原有的对中状态,导致轴系对中不准确。特别是在高温或低温环境

下,这种影响更为显著。(2)湿度:湿度变化会导致机组部件的腐蚀和膨胀,从而影响轴系对中的效果。特别是在潮湿的环境中,部件容易生锈和腐蚀,这不仅会破坏部件的表面质量,还会影响部件的尺寸和形状。(3)振动:机组在运行过程中会产生振动,这种振动会对轴系对中产生影响。振动会导致部件之间的相对位置发生变化,从而破坏原有的对中状态。特别是在高频振动的情况下,这种影响更为显著。

### 4.3 操作因素

技术人员的操作水平、经验以及对中工具的使用方法等也会对轴系对中效果产生影响。(1)操作水平:技术人员的操作水平直接影响轴系对中的效果。如果技术人员操作不熟练或缺乏经验,那么即使使用了高精度的对中工具,也难以达到理想的对中效果。(2)经验:技术人员的经验对于轴系对中来说至关重要。经验丰富的技术人员能够根据不同的机组类型和工况条件,选择合适的对中方法和工具,并能够迅速准确地完成对中调整。(3)对中工具的使用方法:对中工具的使用方法也是影响轴系对中效果的重要因素。如果技术人员对对中工具的使用方法不熟悉或掌握不熟练,那么即使工具本身精度很高,也难以发挥出其应有的效果。因此,技术人员需要熟练掌握对中工具的使用方法,并能够根据不同的对中需求选择合适的工具。

## 结语

燃气轮机发电机组轴系对中技术是保证机组安全、稳定和经济运行的关键技术。通过深入研究轴系对中技术的常用方法、技术要求以及影响因素,可以为技术人员提供有益的参考和指导。未来,随着科技的不断进步和新材料的应用,轴系对中技术将不断得到改进和完善,为燃气轮机发电机组的长期稳定运行提供更加有力的保障。

## 参考文献

- [1]岳媛,徐鑫.燃气轮机发电机组轴系对中技术研究[J].内燃机与配件,2024,(12):47-49.
- [2]刘丁未,李秀明.大型机组轴系多轴激光对中方法研究[J].分析实验室,2020,39(09):1089-1093.
- [3]岑黎明,李一兴,戴娜娜.基于轴心位置监测的船用汽轮机组对中调整方法研究[J].船舶工程,2016,38(S2):117-119+123.
- [4]李兰,康见见.激光对内在燃机台架测试中的应用浅析[J].重型汽车,2021,(03):33-35.