

激光对中技术在离心泵检修中的优化应用与效果分析

吴乐天 马丰云 方保成

陕西延长石油榆林天然气化工有限责任公司 陕西 榆林 719000

摘 要：本文深入探讨激光对中技术在离心泵检修中的应用，先剖析离心泵对中要求与标准，进而阐述激光对中技术高精度、操作简便等特性优势。详细介绍其应用流程，并提出测量单元优化配置、数据处理算法改进等优化措施。实践表明，该技术大幅提升了离心泵检修效率，显著增强设备运行性能，降低能耗与维修成本，为离心泵检修提供了高效、可靠的技术解决方案。

关键词：激光对中技术；离心泵检修；优化应用；效果分析

1 离心泵检修中的对中要求与标准

离心泵作为工业生产中不可或缺的流体输送设备，其运行的稳定性和可靠性直接影响整个生产系统的效率与安全。在离心泵检修过程中，对中操作是至关重要的环节，它关乎着离心泵能否正常、高效运行。离心泵对中的核心目标是确保泵轴与电机轴在同一轴线上，实现良好的同轴度。若泵轴与电机轴存在不对中情况，会导致设备产生异常振动、轴承磨损加剧、密封件损坏等一系列问题，严重时甚至会引发设备故障停机，造成巨大的经济损失。从对中要求来看，离心泵的对中主要包括平行对中和角度对中两个方面。平行对中也要求泵轴与电机轴的轴心线在水平和垂直方向上保持平行，偏差需控制在极小的范围内；角度对中则要求两轴的轴心线在空间上不存在夹角，确保转动时扭矩能平稳传递。在对中标准方面，不同类型、不同规格的离心泵有着相应的具体要求^[1]。一般来说，对于中小型离心泵，在冷态下，平行对中的允许偏差通常在0.05-0.10毫米之间，角度对中的允许偏差在0.05°-0.10°之间；而对于大型离心泵，由于其运行工况更为复杂，对中标准更为严格，平行对中允许偏差一般控制在0.02-0.05毫米，角度对中允许偏差在0.02°-0.05°。行业标准和设备制造商也会根据离心泵的的实际使用场景和性能要求，制定更为细致的对中标准规范，以保障离心泵在安装和检修后能够达到最佳运行状态。

2 激光对中技术的特点与优势

2.1 高精度测量能力

激光对中技术凭借其独特的测量原理，具备了极高的测量精度，这是传统对中方法难以企及的显著优势。激光具有良好的方向性和单色性，在传播过程中能够保持高度的直线性和稳定性。在离心泵对中测量时，激光发射器发射出的激光束如同一条精准的基准线，激光接收器可以精确捕捉到激光束的位置信息。现代先进的激

光对中仪器，其测量精度能够达到微米级别。例如，一些高精度的激光对中仪，在平行对中测量中，能够准确检测出0.01毫米甚至更小的偏差；在角度对中测量方面，可精确到0.01°的微小角度误差。这种高精度的测量能力，能够满足各种高精度离心泵对中要求，即使是在对标准极为严格的大型工业离心泵检修中，也能确保对中工作的准确性。

2.2 操作简便、测量速度快

相较于传统的对中方法，如利用百分表、塞尺等工具进行测量，激光对中技术在操作流程上更为简便，大大缩短了测量时间。使用激光对中仪时，维修人员只需将激光发射器和接收器分别安装在泵轴和电机轴上，通过简单的操作步骤设置好测量参数，即可开始测量。仪器的操作界面通常设计得简洁直观，即使是经验相对不足的维修人员，经过简单培训后也能快速上手。测量过程中，激光对中仪能够迅速采集并处理数据，在短短几分钟内就能完成传统方法可能需要数小时甚至更长时间才能完成的测量工作。例如，在对一台普通工业离心泵进行对中测量时，使用传统方法可能需要2-3小时，而采用激光对中技术，仅需15-30分钟即可完成测量，极大地提高检修工作效率。快速的测量速度不仅节省了大量的人力和时间成本，还能使离心泵更快地恢复运行，减少设备停机时间，为企业创造更大的经济效益。

2.3 适应性强，适用于多种设备与工况

激光对中技术具有广泛的适用性，能够适应多种类型的离心泵以及复杂多变的运行工况。无论是小型的单机离心泵，还是大型的多级离心泵，亦或是在高温、低温、潮湿、粉尘等恶劣环境下运行的离心泵，激光对中技术都能发挥其优势。在高温环境中，激光对中仪的耐高温性能能够保证其正常工作，准确测量设备的对中情况；在潮湿、粉尘环境下，仪器具备良好的防护性能，

不会因外界因素影响测量精度。对于不同安装方式、不同结构的离心泵,激光对中技术可以通过灵活调整测量方式和安装附件,实现准确的对中测量。这种强大的适应性,使得激光对中技术成为离心泵检修中一种通用且可靠的对中方法,为各种类型和工况下的离心泵检修提供了有力的技术支持。

3 激光对中技术在离心泵检修中的应用流程

3.1 前期准备与仪器安装

在使用激光对中技术进行离心泵检修之前,充分的前期准备工作是确保对中工作顺利开展的基础。首先,维修人员需要对离心泵和电机进行全面的清洁,去除设备表面的灰尘、油污等杂质,以便准确安装激光对中仪的测量单元。检查设备的连接部件是否牢固,确保在对中过程中设备不会出现松动、移位等情况。其次,根据离心泵和电机的结构特点,选择合适的安装位置安装激光发射器和接收器。一般来说,会将激光发射器安装在电机轴上,接收器安装在泵轴上,且两者应保持平行^[2]。安装时,要使用专用的安装支架和夹具,确保测量单元安装牢固、位置准确。安装完成后,还需对激光对中仪进行初始化设置,包括选择测量模式、设置设备参数(如轴的直径、联轴器类型等),并进行简单的校准操作,以保证仪器处于最佳工作状态,为后续准确测量奠定基础。

3.2 激光束的发射与接收

在完成前期准备和仪器安装后,启动激光对中仪,激光发射器开始发射出稳定的激光束。此时,激光束以高精度、高直线性的特性射向激光接收器。激光接收器作为数据采集的关键部件,能够精准捕捉到激光束的位置信息,并将其转化为电信号或数字信号传输给仪器的处理器。在激光束发射与接收过程中,需要确保激光束不受外界因素干扰。例如,要避免人员或其他物体遮挡激光束,防止因光线中断或折射导致测量数据不准确。同时,要注意环境光线对测量的影响,尽量选择在光线较暗或无强光直射的环境下进行测量,以保证激光接收器能够清晰、准确地接收激光束信号。通过稳定、准确的激光束发射与接收,激光对中仪能够获取泵轴与电机轴之间的相对位置信息,为后续的数据处理和偏差分析提供可靠的数据支持。

3.3 数据处理与偏差分析

激光接收器将接收到的激光束信号传输给激光对中仪的处理器后,处理器会对数据进行一系列复杂的处理运算。首先,它会根据预先设置的设备参数和测量模式,将采集到的信号转化为具体的对中数据,包括平行偏差值和角度偏差值。然后,仪器会将这些测量数据与

预先设定的对中标准进行对比分析,自动计算出泵轴与电机轴在水平和垂直方向上的偏差程度。激光对中仪通常会以直观的图表或数字形式显示偏差结果,方便维修人员快速、准确地了解设备的对中情况。维修人员根据偏差分析结果,可以清晰地判断出是泵轴还是电机轴存在偏差,以及偏差的方向和大小,从而制定出针对性的调整方案,为下一步的调整与校正工作提供明确的指导。

3.4 调整与校正

在完成数据处理和偏差分析后,维修人员根据分析结果对离心泵和电机进行调整与校正。调整工作主要通过调节设备的地脚螺栓、垫片等部件来实现。如果是平行偏差问题,通过增减电机或泵的地脚螺栓下的垫片厚度,调整设备的高度,使两轴在水平和垂直方向上达到平行;对于角度偏差,需要调整电机或泵的位置,改变其倾斜角度,使两轴的轴线在空间上重合。在调整过程中,激光对中仪会实时监测调整效果,维修人员可以根据仪器显示的数据变化,逐步微调设备,直至达到对中标准要求。每进行一次调整,都需要重新测量并分析数据,反复进行调整和测量操作,直到泵轴与电机轴的平行偏差和角度偏差都控制在允许范围内。通过这种精确、反复的调整与校正过程,能够确保离心泵在检修后达到良好的对中状态,为设备的稳定运行提供有力保障。

4 激光对中技术在离心泵检修中的优化措施

4.1 测量单元的优化配置

为进一步提升激光对中技术在离心泵检修中的应用效果,对测量单元进行优化配置是重要的手段之一。首先,可以对激光发射器和接收器的性能进行升级。采用更高功率、更稳定的激光发射器,能够增强激光束的强度和传播距离,提高在复杂环境下的测量可靠性;选用灵敏度更高、分辨率更强的激光接收器,可进一步提升测量精度,能够检测到更小的偏差值^[3]。其次,优化测量单元的安装方式和结构设计,设计更加灵活、便捷的安装支架,使其能够适应不同类型、不同结构的离心泵,减少安装时间和难度。同时对测量单元的防护性能进行改进,增加防水、防尘、防腐蚀等功能,提高其在恶劣环境下的工作稳定性,确保测量单元能够长期、准确地工作,为激光对中技术的有效应用提供坚实的硬件基础。

4.2 数据处理算法的改进

数据处理算法在激光对中技术中起着关键作用,对其进行改进能够提高数据处理的准确性和效率。一方面,可以引入先进的滤波算法,对测量过程中采集到的数据进行滤波处理,去除因外界干扰或设备振动等因素产生的噪声数据,使测量结果更加准确、可靠。另一方

面,优化偏差分析算法,采用更智能、更精确的计算模型,能够更准确地判断泵轴与电机轴的偏差情况,并提供更合理的调整建议。例如,运用人工智能和机器学习算法,对大量的对中数据进行学习和分析,建立更精准的偏差预测模型,提前预判设备可能出现的对中问题,为维修人员提供预防性的维护措施,进一步提升离心泵检修的科学性和有效性。

4.3 对中调整方法的创新

传统的对中调整方法主要依靠人工调节地脚螺栓和垫片,操作相对繁琐且效率较低。创新对中调整方法可以提高调整工作的效率和精度。例这种自动化调整设备可以根据激光对中仪的测量数据,自动计算并执行调整操作,大大减少了人工操作的工作量和误差。另外,还可以探索新的调整理念和技术,如采用柔性连接技术,通过在泵轴与电机轴之间安装具有一定弹性和补偿能力的联轴器,在一定程度上自动补偿因对中偏差产生的应力,降低对中调整的难度和精度要求,同时提高设备运行的稳定性和可靠性。通过对中调整方法的创新,能够使激光对中技术在离心泵检修中的应用更加高效、便捷。

5 激光对中技术应用效果分析

5.1 提高离心泵检修效率

激光对中技术在离心泵检修中的应用显著提高了检修工作效率。传统对中方法操作复杂、测量时间长,而激光对中技术凭借其操作简便、测量速度快的特点,大大缩短检修周期。在实际应用中,采用激光对中技术进行离心泵对中检修,相较于传统方法,可将检修时间缩短60%-80%。快速的测量和调整过程,使得设备能够更快地恢复运行,减少了因设备检修导致的停机时间。对于一些连续生产的企业来说,设备停机时间的缩短意味着生产效率的大幅提升,能够为企业带来可观的经济效益。高效的检修工作也减轻了维修人员的工作强度,使他们能够将更多的时间和精力投入到其他设备维护和技术创新工作中,进一步提高企业的整体设备管理水平。

5.2 提升离心泵运行效率与稳定性

通过激光对中技术实现精准对中后,离心泵的运行效率和稳定性得到了极大提升。良好的对中状态减少设备运行时的异常振动和摩擦,降低能量损耗,使离心泵

能够在高效的工况下运行^[4]。研究表明,经过激光对中调整后的离心泵,其运行效率可提高5%-15%。设备的稳定性也得到显著增强,轴承、密封件等关键部件的磨损程度明显降低,延长了设备的使用寿命。稳定的运行状态减少设备故障发生的概率,降低了维修成本和停机风险,保障生产过程的连续性和安全性。此外,设备运行稳定性的提升还能减少因设备故障对生产工艺和产品质量的影响,提高产品的合格率和生产效益。

5.3 经济效益分析

从经济效益角度来看,激光对中技术在离心泵检修中的应用具有显著的优势。一方面,缩短的检修时间和提高的生产效率,直接增加企业的产量和产值。假设一台离心泵因对中问题导致每年停机检修时间为200小时,采用激光对中技术后,检修时间缩短至40小时,按照该离心泵每小时的生产价值计算,每年可为企业增加可观的生产收益。另一方面,设备运行效率的提升和使用寿命的延长,降低设备的能耗成本和维修成本。减少的能源消耗和更换零部件的费用,以及降低的停机风险带来的间接损失,都为企业节省大量的运营成本。

结束语

激光对中技术在离心泵检修领域的应用,有效改善检修工作效率,提升设备运行稳定性,为企业创造可观的经济效益。在工业智能化快速发展的背景下,这项技术将与更多先进技术深度融合。未来,持续优化测量单元、改进算法并创新调整方法,有望进一步推动离心泵检修向自动化、精准化方向发展,为工业生产的稳定运行筑牢技术根基。

参考文献

- [1]王超超,张建义.基于神经网络的高速离心泵简单运行状态的识别[J].工业控制计算机,2021(1):11-13.
- [2]展鹏.浅谈离心泵汽蚀现象产生的原因及处理方法[J].天津化工,2020(4):32-33.
- [3]江劲松.浅谈泵的维护与检修[J].设备管理与维修,2021(20):64-65.
- [4]尹亮.刍议离心泵常见故障原因及维护保养[J].中国设备工程,2023,(19):56-58.