

汽轮机振动测量探头校验及常见问题排除探析

宋千

(河钢股份有限公司唐山分公司 河北 唐山 063000)

摘要: 汽轮机是冶金企业最重要的动力能源设备, 其振动参数作为汽轮机性能监测的重要指标, 经常用作手动自动停机的依据, 也作为汽轮机故障诊断的重要信息来源, 因此汽轮机振动测量探头的性能尤为为重要。本文以输入信号为加速度、速度以及位移的振动测量探头为例, 论述了振动测量探头的校验方法以及校验过程中常见问题的排除。

关键词: 汽轮机; 振动测量探头; 校验

1 背景介绍

汽轮机作为冶金企业动力能源最重要的也是最大的转动设备, 其参数包含了振动、轴位移、转速等, 其中振动测量探头数目最多, 也是评判汽轮机工况的重要标准, 现代汽轮机技术中, 常作为诊断系统的信号源, 输入至汽轮机健康监测与诊断系统以作为判断汽机是否处于正常运行状态。在大多数发电厂中也作为汽轮机自动停机和手动停机信号, 当汽轮机振动高并且有继续恶化趋势时, 便要考虑停机。

对于大多数转动设备, 其振动监测设备的故障率甚至高于其本身振动状况恶化的概率。振动作为特殊的监测参数, 并不能像热工参数一样快速准确地用外部测量方法予以验证, 囿于安装方式, 汽轮机运行期间振动测量探头又无法拆卸检查, 所以振动测量探头自身的可靠性提升尤为关键, 定期校验是提升振动测量探头可靠性的重要方法。

对主流的汽轮机监测系统而言, 可分为水平相对振动、垂直相对振动、水平绝对振动和垂直绝对振动。其安装方式如图 1 所示, 其中相对振动测量探头通常是电涡流探头, 以位移形式测量汽机轴振动。绝对振动测量探头通常是速度探头, 以速度形式测量汽机轴承振动。

2 振动测量探头校验方法

首先, 要对探头进行外观检查若为新制造的传感器则其外壳表面的金属镀层或其他化学处理层不应有划痕和脱落现象, 确认传感器的输出导线及各连接部件应配套齐全、完好、可靠, 检查传感器线鼻子无锈蚀损坏, 其绝缘电阻应大于 $1M\Omega$, 若不满足则不建议使用。

采取比较法进行振动测量探头校验的典型系统连

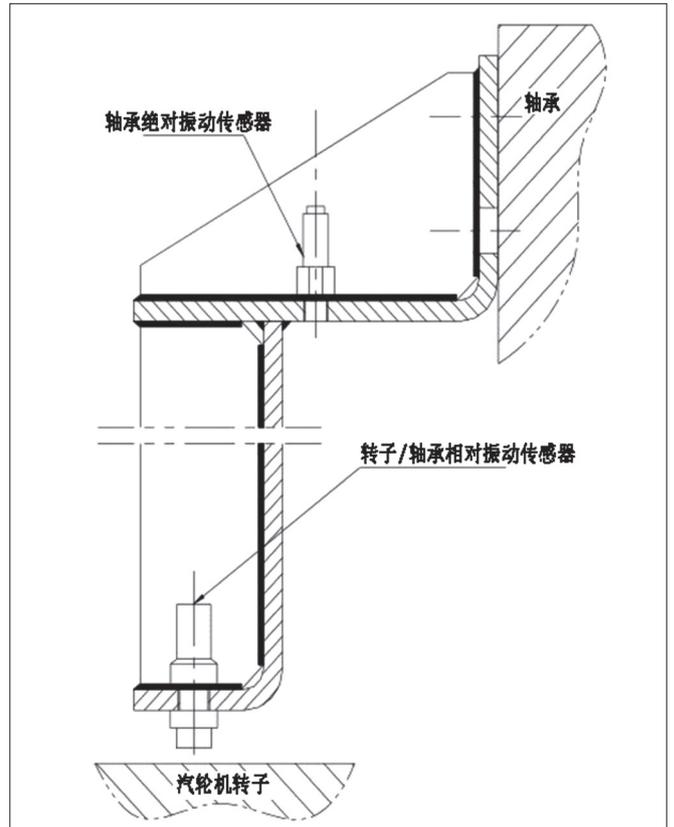


图 1 汽轮机振动测量探头安装示意图

接图 (图 2), 绝大多数厂家生产的振动测量探头校验设备与此大同小异。振动校验台基于 ECI-9102 程控标定仪, 采用振动比较法进行检定, 是专为检定加速度传感器、速度传感器、位移传感器的灵敏度, 频率响应和幅值线性度等而设计。振动校验台由 ECI-9102 程控标定仪、标准振动台、功率放大器、计算机、高精度标准加速度传感器和被检传感器 (或测振仪) 组成。基于 Windows 操作系统, 通过计算机 USB2.0 接口与程控标定仪实现通讯。振动标定软件主要负责标定系

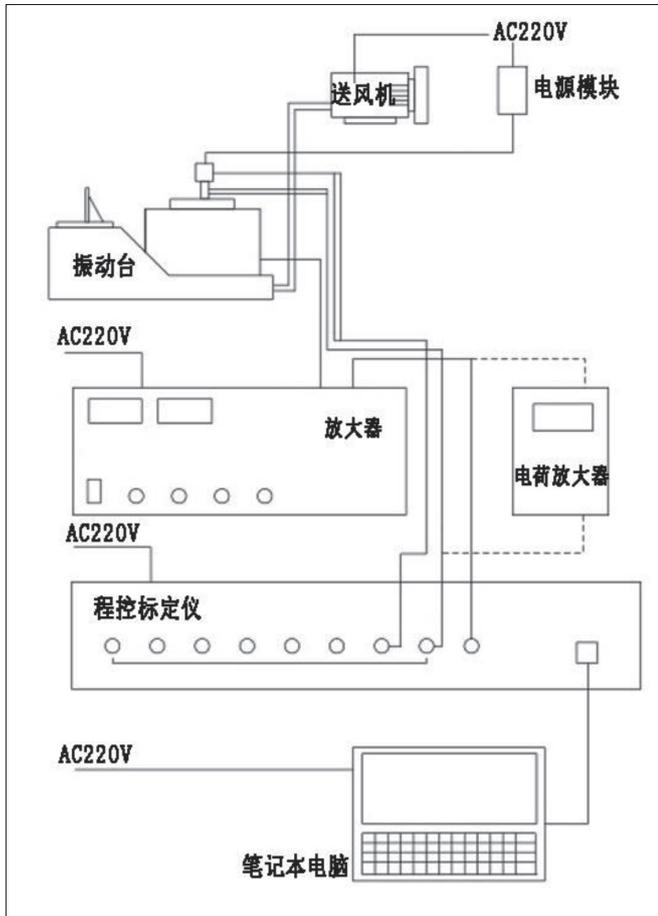


图2 采取比较法进行振动测量探头校验的典型系统连接图

系统与用户的交互，实现试验参数设置、操作命令发送、标定过程监视、数据显示与存储、试验结果产生等功能。配备有多种振动测量探头夹具和多功能电源模块，以满足现场各种振动测量探头的校验需求。

校验前确认校验现场温湿度在 $\leq 85RH$ 之内，确认限制参数中振动校验台参数总负载与实际负载一致。输入通道的耦合方式，有电压AC单端、电压AC差分、电压DC单端、电压DC差分 and IEPE耦合方式。AC耦合去除了输入信号中的DC成分。选择IEPE耦合方式时，该通道会提供IEPE传感器所需的恒流源。

对于标准探头为电压型的情况，耦合方式选择IEPE、传感器类型为加速度、灵敏度以标准探头检定证书为准。对于标准探头为电荷型的情况，耦合方式选择AC单端、传感器类型为加速度、灵敏度以标准探头检定证书为准。

灵敏度单位取决于耦合方式。当采用电荷型加速度传感器时，启动电荷放大器，选择电荷耦合方式，此时传感器灵敏度单位为 $pC/$ （工程单位）；当选择电压耦合方式时，传感器灵敏度单位为 $mV/$ （工程单位）。对于所有类型的振动测量探头，其校验的内容都分为三个

部分，灵敏度、灵敏度线性度（幅值线性度）、灵敏度频率响应。灵敏度表征的是振动测量探头将振动信号转换为电信号的对应关系，一般而言灵敏度是固定的，由厂家给出，在实践中灵敏度误差在10%以内都是可以接受的；灵敏度线性度又称为幅值线性度，指的是在当前的频率下（一般是测量第一项灵敏度的频率），针对不同的振幅，振动测量探头得出的电信号的线性程度，国家标准规定为10%以内，而实际测量工作中，绝大多数合格的振动测量探头，其复制线性度都能达到3%~5%；灵敏度频率响应指的是在不同频率下，振动测量探头输出电信号的线性程度，测量这一指标时，并不需要强制的固定某一振幅，而是给出一个合适的振幅即可，国家标准规定最大允许误差为3dB，在实际测量工作中，由于振动校验台的限制，有可能会发生低频和高频段线性变差，这时就需要考虑振动测量探头工作在什么样的频率上，如果低频和高频的频率并不是主要的测量区间，就可以适当地降低要求。

3 常见故障及排除方法

在振动测量探头校验过程中经常会遇到各种各样的问题，这些问题会导致校验失败，或者校验结果不准确，严重影响振动测量探头校验的可靠性。

振动测量探头校验工作最常见的故障是线数过高或线数过低，这一般是由于振动台的低频控制能力较弱导致。而对于大多数振动校验台而言，都是满足一般的校验需求的，而低于15Hz的低频振动，对于大多数转动设备上的振动测量探头而言是没有意义的，因为绝大多数振动测量的配套卡件，也只能采集频率为20Hz以上的振动信号。除非是对地震监测系统的振动测量探头， $\leq 15Hz$ 的低频振动，几乎没有监测的必要。所以，针对线数过高或线数过低的现象，一般采取的方法是避免校验20Hz以下的频率振动点，如果在 $> 20Hz$ 的振动校验点上出现线数过高和线数过低的现象，这个时候就要将振幅调大，以便振动台控制。

在振动测量探头校验中也会出现驱动过大的问题，这是因为振动台作为一个实际的装置，而非理想的物理模型，是有最大的驱动能力的，带负载能力也是有一定限制的。驱动过大的故障，主要发生在高频率（大于2000Hz），尤其是在测量位移高频率时发生，这是因为随着频率的增加，位移的峰值固定，就需要振动台以更快的速度振动，最后有可能发生驱动过大的问题。解决这一问题的方法主要有：

(1) 在进行频率响应测量的高频率部分测量时，适

当降低振幅,一般为中频率的一半,这样就会避免出现驱动过大的问题;

(2)对位移型振动测量探头进行幅值线性校验时,校验采用较低的频率。这也是在对振动台选型时的一个重要指标,对于驱动能力更大的振动校验台可测量的范围也就更大,如果振动台本身选型不成功,就有可能导致振动校验工作受到诸多限制。

使用标准振动台不规范也会使测量结果不准确,主要体现在两个方面:

(1)待测或被校传感器放置不规范。工作传感器是将标准振动台的振动信号转为电信号,通过测量系统显示标准振动台的加速度值。有时将被测仪器放置在标准振动台的台面中心,而将工作传感器放置在台面边缘,这样虽然方便了仪器的安放,但不能确保工作传感器和被测仪器所在位置的振动情况相同,增加了测量结果的误差,一些振动测量探头对待测面的材质有一些要求,这些要求不满足也有可能导致测量结果存在误差。

(2)在标准振动台的台面上安放了自行加工的附加台面,但没有让附加台面与标准振动台台面有效地刚性连接,使得安装附加台面后的标准振动台的失真度和横向振动比变大,从而影响了测量结果。

4 结语

本文总结了一套振动测量探头校验的方法,并不仅限于汽轮机振动测量探头的校验工作,也适用于各类振动测量探头的校验,能够满足国家标准的相关要求和现场实际应用的要求。

参考文献:

- [1]方伋.基于因果分析法解决汽轮机振动问题的分析[J].中国设备工程,2022(07):164-166.
- [2]吴昕,刘双白,郝向中,等.供热工况下的汽轮机振动长周期预测与分析[J].热能动力工程,2022,37(03):72-80.
- [3]余浩进.汽轮机振动分析与故障诊断[J].化工管理,2022(05):113-115.
- [4]李同勇.浅谈石化装置中汽轮机异常振动故障分析及维修方法[J].中国设备工程,2022(01):200-202.
- [5]边技超,高倩,杨乐.给水泵汽轮机振动异常的分析与处理[J].电站辅机,2021,42(04):1-2+14.
- [6]李威芳,吕强.试析汽轮机启动过程中振动故障分析及处理措施[J].中国设备工程,2021(24):194-195.
- [7]吴兴典,贾思彬,展振忠,等.汽轮机振动异常波动故障分析及优化[J].氮肥技术,2021,42(06):44-48.
- [8]闫旭.超临界机组小汽轮机振动分析与处理[J].电力安全技术,2021,23(11):64-66.
- [9]唐广通,张伟江,李宁,等.燃气-蒸汽联合循环机组汽轮机振动异常分析及处理[J].河北电力技术,2021,40(05):59-62.
- [10]李玮,赵凯,刘文彦,等.一起1000MW机组汽轮机轴系振动异常的诊断及处理[J].电站系统工程,2021,37(06):58-60.

作者简介:宋千(1992.11-),男,汉族,河北唐山人,本科,助理工程师,研究方向:机械设备。