

失或者泄露的问题。

5 运行管理强化与效益释放

5.1 体系建设与环节责任分配

建设一套高质量的监测质量管理体系,对于提高环境工程监测工作的效率来说有着非常重要的作用。搭建这样的体系目标是通过不断改进内部结构以及明确每一个人的具体职责范围,来实现各个环节之间的紧密配合和顺畅合作。针对整个监测过程中的重点环节,一定要制定出一套标准的操作指导文件,尽量减少因人为失误而带来的误差,确保每一个操作步骤都符合既定的要求。加大责任划分的力度,把具体的监测任务分解到每个工作岗位上,利用责任制度来约束大家的工作态度,保证工作人员的操作既准确又严谨。为了提升团队的整体协作能力,可以建立多个部门联合起来的合作模式,让管理部门和技术执行团队之间能够顺畅地交流信息并共享资源。责任落实必须从现场工作开始,一直延伸到最终的决策环节,每一步都要严格要求到位,这样才能做到从数据收集到最后结果使用的全过程管理。另外还要安排定期的岗位技能培训和在工作表现评估活动,帮助技术人员不断提升专业技能和对责任的认识,从组织的角度出发来保证监测数据的精确度和及时性。这样的体系和责任的不断完善相互促进,共同推动环境监测质量管理走上科学化和标准化的道路,为环境工程的风险防控和效果评价提供坚实有力的支持。

5.2 技术支撑与预警机制联动

技术支撑对环境监测起到很大作用,完善程度决定预警机制是否能迅速并且准确地发出信号。使用性能很高的监测仪器以及智能传感设备,可以提高数据采集的准确度,帮助尽早发现环境危险并进行评估,提供可靠的技术支持。搭建一个高效的分析平台,让大数据挖掘和多种信息整合变得更加顺畅,可以明显提高处理监测数据的速度,同时增强对决策的帮助能力。依靠技术支撑和预警机制更好地结合在一起,把实时收集到的数据与风险评估模型紧密结合起来,就能加快解决环境问题的反应速度,并且根据实际情况随时做出改进调整,最终确保治理措施的效果更好,风险防范的能力也得到全面加强。

5.3 管控效能持续提升路径

管理效果的不断提高需要依靠科学的方法和系统化的

策略一起推动。在实际操作中,必须使用先进的监测技术来优化数据收集和分析的过程,提高监测结果的准确性和及时性。增加不同部门之间的合作力度,建立一个高效的沟通和共享平台,确保重要信息能够在各个环节顺利传递。根据环境变化的规律来改进预警系统的功能,让监测工作和风险评估能够更好地配合起来,发挥更大的作用。从制度的制定到技术的更新换代,各个方面都要做到协调一致,这将成为建设高效环境监测质量管理体系的重要支撑力量。

6 结语

研究针对环境监测质量管理体系中出现的 key 问题做了非常详细的分析,特别关注到监测流程、制度标准、技术保障和责任落实这些重要部分,提出了依靠标准化的操作步骤、灵活的监控方法和信息共享的方式作为主要改进方向。这样的改进方法在理论上可以支持环境工程治理和风险控制能力的提升,提供坚实的基础保障,在实际操作中也能帮助提高数据的真实性和工作效率。经过仔细检查现有的管理体系存在的不足之处,清楚地指出了加强各个工作环节的技术支持和明确划分责任的重要性,为建立一个完整的质量管理机制贡献了不少力量。目前的研究还存在几个不够完善的地方,比如没有充分考虑新型监测技术的结合使用、不同区域之间数据信息的顺畅连接,还有动态风险评估方法的实际应用情况不够深入。关于监测数据标准化过程中多个部门合作机制和长期监督体系的建设,研究也没有进行细致的探讨。今后的研究可以在以下几个方面继续扩展:首先是要不断完善监测流程,加强对关键环节的实时监控管理;其次要不断改善相关的制度标准,确保信息资源能够得到高效的共享使用;最后是要积极开发智能化的监测技术和风险预警模型,努力推动环境工程质量管理迈向现代化和科学化的更高阶段。这样的研究为以后在环境监测和质量管理领域开展更加广泛和深入的工作提供了坚实的理论支持和实际操作的宝贵经验。

参考文献

- [1] 周玉玉.环境工程中环境监测质量管理研讨[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2022,(02):0169-0172.
- [2] 张优.环境工程中环境监测质量管理探究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2022,(01):0001-0003.
- [3] 周倩倩.环境工程中环境监测质量管理探讨[J].中国科技期刊数据库 工业A,2022,(08):0126-0129.

Research on the Impact of Optimization Layout of Circulation Monitoring Points on the Accuracy of Flowmeter Direction Monitoring in Thermal Power Plants

Biyong Tian Liangquan Zhang Saisai Miao

Nanjing Yicai Environmental Technology Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract

In view of the complex pipeline flow field environment in thermal power plants, this paper explores the influence of optimizing the layout of the measurement points on the accuracy of flowmeter direction monitoring. Through the analysis of fluid dynamic characteristics and the spatial distribution pattern of measurement points, the influence of the velocity vector distribution under different working conditions on the monitoring results is investigated. For the problems such as flow field distortion and vortex flow that occur in current flow monitoring, a measurement point layout scheme based on spatial coordination is proposed. The research focuses on how to reduce the monitoring error caused by the pipeline structure by changing the position and depth of the pressure tapping point. This optimization method can significantly improve the sensitivity of the flowmeter for flow direction recognition during the variable operating conditions of thermal power plants, provide technical support for precise flow measurement in the thermal system, and improve the timeliness and reliability of system operation data feedback.

Keywords

thermal power plant; flowmeter; measurement point layout; direction monitoring

循环测点优化布置对火电厂流量计方向监测准确性影响研究

田必勇 张良全 苗赛赛

南京益彩环境科技股份有限公司, 中国·江苏南京 210000

摘要

针对火电厂复杂管道流场环境, 探究循环测点优化布置对于流量计方向监测准确性的影响。通过对流体动力学特性以及测点空间分布规律进行分析, 探究不同的工况下流速矢量分布对于监测结果的影响。对目前存在的流量监测中出现的流场畸变、旋流等问题, 给出一种以空间协同为主的测点布置方案。研究重点是怎样通过改变取压点的方位和深度来减小由于管道结构造成的监测误差。该种优化方法可以明显提高火电厂在变工况运行时流量计对于流向识别的灵敏度, 给热力系统流量精准计量提供技术支持, 提高系统运行数据反馈的及时性和可靠性。

关键词

火电厂; 流量计; 测点布置; 方向监测

1 引言

火电厂烟风系统里, 流量计准确度同机组运行参数的反馈精度有着直接联系。在复杂的管路布置下, 流体受到弯头、阀门和变径管的影响, 很容易出现非对称流场以及严重的旋流现象, 造成流量计所测得的流向与实际流速矢量存在较大偏差。测点布置是否合理决定着传感器捕捉流体特征的能力, 不合理的空间排布会造成方向监测信号失真, 从而影响对系统能效的评价。通过循环测点的几何优化排布, 采用空间采样均衡化技术, 可以有效地消除由于流场不均匀造成

的测量误差。研究测点空间拓扑结构对方向监测的影响, 对提高火电厂关键流量节点的测量质量有着十分重要的作用。

2 循环测点优化布置的基础考量

在火电厂烟气、冷热风系统中, 由于高温、高压以及大口径管道的几何约束, 使得管内的流体流动状态具有很强的随机性以及空间非均匀性。测点布置的第一要务就是捕捉流体动压和静压在截面上真实的分布情况, 而不是只对某一点进行参数的提取。垂直和水平向分别布设交叉循环采样点来消除重力沉降、离心力对流速分布的影响^[1]。由于火电厂管道内经常有腐蚀产物和结垢, 壁面粗糙度发生变化时会使得边界层厚度出现偏移, 因此测点布置要远离流场极为不稳定的地方。选择有代表性的速度梯度变化区段作为监测点,

【作者简介】田必勇(1996-), 男, 中国江苏南京人, 本科, 高级工程师, 从事烟气流量测量研究。

用多点循环采样方式可以平抑瞬时湍流脉动给流量计方向感应器件带来的冲击。测点的几何中心应和管道中轴线完全重合,减少偏心安装带来的附加误差,保证监测数据反映宏观流向。

3 流量计方向监测的影响因子分析

3.1 流场畸变对矢量方向的干扰

弯头、三通、异径管等异形件会使得流场发生畸变,在火电厂烟风系统管网中。当流体流过弯头的时候,受到离心力的影响,流速分布会向内侧管壁偏移,从而产生较大的压力梯度变化。它不但会改变流束的轴向分量,还会引起横向环流,使流量计所测得的流向矢量与管道轴线出现角度偏移。由于方向监测高度使用差压信号或者声波传播路径的对称性,当流场产生畸变的时候,受压孔两端取压值就会出现异常跳变,从而掩盖了真实的流量特性。测点若设置于畸变区,则流量计无法获得稳定的流向信号,造成监测结果在不同负荷下存在较大离心偏差,测点数据代表性及稳定性大幅降低。

3.2 管道内壁粗糙度导致的流速偏置

长期运行的火电厂管路存在着氧化皮剥落或者杂质堆积的情况,造成内壁粗糙度呈非均匀分布的特点。壁面粗糙度的局部增大明显加大了流体阻力,靠近壁面的流体动量迅速衰减,从而引起截面流速分布曲线发生畸变。对于依靠点位速率推算流向的流量计来说,由于壁面附近低速区的扩大,监测点可能会处在低动能区域,微小的扰动就会引起监测方向的剧烈波动。由于物理属性的改变而产生的流速偏置是无法预料的,如果测点位置太靠近管壁,就会加大这种非线性误差的影响。经由测量数据可知,当壁面粗糙度大于1mm时,靠近壁面0.05D范围内的测点方向敏感度会降低大约40%,严重干扰了方向监测的精细化输出。

3.3 旋流效应对取压点位置的敏感度

旋流现象在火电厂风机和调节阀后面比较明显,流体前进时会伴随着强烈的切向运动。旋流的存在使流体质点的合成速度方向与管道轴线成螺旋状偏离,对流量计取压孔的布置要求很高。如果循环测点的取压方向和旋流切向重合,就会产生附加的正压或者负压项,造成方向监测出现虚假的流向反转或者停滞^[2]。旋流强弱会随着流量的变化而变化,所以固定的测点不能在整个量程内保持相同的灵敏度。从实验数据可以看出,当取压方位角和理想值相差15°左右的时候,在强旋流区方向误差会呈指数级增长。优化布置要依靠多方位联测来找出并修正这种旋转分量,才能得到真正的主流向参数。

3.4 介质黏滞系数变化对方向识别的影响

火电厂循环介质的物理参数会随着运行工况的变化而变化,温度对黏滞系数的影响最大。低负荷时介质温度下降造成黏性增大,雷诺数也变小,流态可以由湍流变成过渡流。

流态的改变会造成流速剖面形状的改变,测点处剪切应力分布也会随之变化。对依靠动压感知的流量计来说,流态不稳定会造成方向感测元件受力不均,进而造成低频监测漂移。雷诺数处在2000到4000之间的时候,流向识别信号的稳定性最差,容易出现杂乱的逻辑判断。测点布置可以兼顾不同雷诺数下层流底层厚度,选择流速梯度比较平缓的径向区域,可以减小由于介质黏性波动造成的方向监测误报。

3.5 振动干扰产生的假性方向信号

火电厂管道一般会伴随有强烈的机械振动和声学噪声,高频脉动信号就会经由管壁传到流量计安装底座以及取压导管上。振动产生的惯性力作用于流体测点时,会使测点处产生压力的周期性变化,其频谱特性如果和流量计的信号采样频率相匹配,则会出现明显的假性方向信号。低流速工况下真实流向的动压信号比较小,很容易被机械振动噪声所掩盖,造成系统误判为倒流或者无流。

4 循环测点空间布局的优化策略

4.1 优化上游直管段距离与整流方案

流量计前的直管段长度是保证流场充分发展的重要因素,一般上游需要留出10D以上的净空间来消除弯头或者阀门造成的残留扰动。在火电厂紧凑的布局结构中,一般不能满足理想的直管段要求,这时需要引入整流装置或者采用紧凑型循环测点布置的方式^[3]。整流器可以把大的涡旋分成小的涡旋,加快流场的平整化过程。在优化测点布置的时候,要把传感器窗口放在整流器后面流场重建的最佳区间里,依靠流体自恢复特性来加强监测方向的确定性。在直管段受限制的时候,把多个测点在圆周方向上做非均匀错位排布,就能达成对残余非对称流场的空间补偿,改善方向监测对于有限直管段环境的适应性。

4.2 多层级截面加权测点排布方法

为了得到更准确的流向矢量,应该摒弃单个测点的局限性,用多层截面加权布置的方法来获得。管道横截面上按等面积原则划分出若干个环形区域,在每个环形区域内布置有代表性的循环测点。该种布置方式可以把整个截面的流速信息进行离散化采样,用不同的半径位置点的速度分量来合成管道内部的平均流向趋势。计算时给靠近管轴心的测点赋予更大的权重,因为中心流束受到壁面效应的影响最小,可以更接近真实地反映主流动量的方向。多层级布置可以很好地识别出截面内反向流或者停滞流的存在,即局部区域出现反向流或者停滞流的时候,利用各测点权重的动态调整,可以有效地抑制局部异常对整体监测方向准确性的影响。

4.3 径向深度与方位角的协同定位

测点径向深度、周向方位角都会对信号质量产生影响。实际布置时,根据管道内径为300mm或者更大的情况,用数值模拟来确定速度梯度变化最小的位置,一般取在0.15D到0.25D之间。方位角的选择要避免杂质容易堆积的管底和

易积聚气体的管顶,一般在水平中心线上下 45° 内布置测点。通过径向深度和方位角的共同优化,使测点处在流体动能最丰富、流向最平缓的包络空间里。另外,用多个对称分布的测点阵列,采用差分抵消技术,可以实时消除由于管道热膨胀引起的安装角度偏差,保证方向监测系统在不同的环境温度下都有较好的零位稳定。

4.4 对称性布置在削减偏流中的应用

火电厂大口径管路中由于风机并联运行不均匀造成偏流现象,使流体在管截面上能量分布严重失衡。采用完全对称的循环测点布置方案是解决此类问题的一种有效方法,在管道中心线上两侧各设一个传感器探头,可以得到流场偏置信号的差分。当主流方向发生变化的时候,对称分布的测点就会接收到极性相反的偏差增量,用算术平均的方法可以很好地抵消掉大部分由于偏流造成的非对称误差项^[4]。对称性逻辑不但可以用来分析静压取压孔,也可以用来分析超声波流量计的声时路径。采用多路径交叉对称布局方式,在横截面中会自动对准方向检测的角向误差,从而把方向检测的角向误差控制在 0.5% 内,极大提高火电厂大口径管道在复杂动力条件下测量的可靠性。

5 监测准确性的校验与误差控制

5.1 零点漂移的现场在线调校规程

流量计在长时间工作时,由于传感器老化、电磁干扰以及介质沉积等影响,很容易造成方向监测的零点漂移。为了保证优化布置的长期准确,必须有严格的现场在线调校规程。停泵或者阀门全部关闭时,系统要对所有的循环测点初始信号实施标定,强制归零,剔除背景残余压差对方向判定产生的干扰。小流量运行区段,经由比较各个布置位置信号的一致性来找出受局部湍流影响较重的失效测点并加以剔除。定期进行零点校准可以有效地消除由于机械磨损造成的微小几何偏差,保证监测系统在低速流场中仍然具有很好的流向触发性能,降低误报率。

5.2 脉动流环境下数据采集周期优化

火电厂旋转机械引入的压力脉动会造成流量计输出出现高频脉冲,影响正常的流向判断。对于优化布置后的多个信号,要对数据采集周期做细致的匹配。如果采样周期太短,就容易把瞬时的湍流涡旋当成宏观流向来捕捉,而不会发现调峰过程中流向的突然改变。通过频率域分析把采集周期设为流场脉动周期的5到8倍,就可以达到平滑滤波的目的。多点循环采样得到的数据在时间轴上交错融合,用时空互相关算法来抑制随机噪声,使最后输出的方向信号既有动态响

应的特点,又有较强的稳健性。

5.3 温度压力补偿在方向测量中的集成

由于火电厂介质参数发生改变,会造成流体密度、动压关系发生变化,从而影响到方向监测的灵敏度。测点布置方案中应该同时加入温度和压力传感器,以达到对现场流体特性进行实时补偿的目的^[5]。当工作温度由 20°C 上升到 50°C 的时候,由于介质动力粘度和密度的变化而引起测点处压强转换系数的改变。根据实时热力参数来调节方向判定阈值,防止由于介质热态变化造成的假方向翻转。多参数融合的校验方式可以使得方向监测系统不再过分依靠某一个物理量,在整个温度范围内保持一致的判断精度。

5.4 典型流量区间内的误差包络线控制

为了定量评价优化布置的效果,在典型流量区间内划定误差包络线。在实验室或者标准试验段上做测点效能测试,得到不同流速下方向监测的偏差值。优化后的布置方案应该使误差在常用的流量区间内呈线性分布,最大偏角不能超过规定的允许范围。用误差包络线对现场数据做动态包络约束,当监测值超出规定的物理合理区间时,系统就会发出预警,并且会调用备用测点数据来进行验证。基于包络线闭环校验的方法给火电厂流量方向监测提供了一道最后的数据防线,保证了输出结果的工程可信度。

6 结语

对火电厂循环测点做空间优化布置,能很好地抵抗流场畸变、旋流和振动这些不利因素的影响。使用多层加权以及对称性的布置方法,可以有效地提高流量计在变工况下对方向监测的准确性。以流体动力学特征为基础的工程优化手段,可以减小复杂管路给测量精度带来的影响,而且给热力系统精细调节赋予了可靠的依据。对非稳态流场进行自适应调节,并且严格校验控制,是火电厂流量监测技术由强向弱发展的一种表现。

参考文献

- [1] 张舒健,高天鸿,刘伟. 孔板流量计在电厂除盐水系统中的应用[J].山东化工,2024,53(20):179-180+184.
- [2] 朱宝峰. 超临界火电机组炉水循环监测系统研究与应用[J].中国新技术新产品,2021,(23):80-82.
- [3] 李仲达. 联合循环机组汽轮机胀差测点异常分析[J].中国新技术新产品,2020,(18):57-59.
- [4] 潘秀石. 电厂流量计受力模拟分析[J].现代机械,2013,(05):72-74.
- [5] 甘永城. 对循环流化床锅炉原设计的热工测点布置及改进探讨[J].四川建材,2007,(03):14-15.