

化工锅炉给水泵的运行维护研究与产业经济发展分析

田 剑（潞安化工集团有限公司化工事业部，山西 太原 030000）

摘 要：化工锅炉给水泵的运行质量，在一定程度上决定了化工企业的经济效益，一旦出现设备故障，必然会引发资源浪费，甚至产生安全事故。为此，本文将围绕锅炉给水泵工作原理开展分析，以TD型调速给水泵作为研究对象，提出化工锅炉给水泵运行维护路径，包括温度控制、轴向力平衡、压力调节等。根据某化工企业的事案例发现，笔者提出的给水泵维护措施切实有效，能够提高预检效率，保证给水泵具有额定出力，运行稳定，有利于促进化工企业的稳定运营，达到增长企业经济效益的目的。

关键词：化工产业经济发展；成本控制；锅炉给水泵；故障维护

锅炉给水泵本质上属于一种离心泵，能够通过机械能将水动能转换为压力能，借助旋转叶轮以及导叶，使高速水流具备一定压力，通过安装在锅炉冷凝水箱，抽取自水箱液体，经过出水口，流入锅炉系统。其运转质量，将直接决定锅炉应用性能，一旦给水泵产生故障，容易引发严重的安全事故和造成经济的损失。为此，笔者将提出一系列切实可行的锅炉给水泵运行维护方法，消除安全隐患。

1 锅炉给水泵工作原理

对于化工企业的锅炉给水泵来说，主要是借助电机驱动转子构件，使给水泵能够持续旋转，形成离心力，并在吸入口形成真空条件，此时液体会持续流入吸入口，在经过诱导轮作用后，进入叶轮，实现增压操作。之后借助增加转速的形式，达到额定出水压力，并排出至汽包，利用出口阀门，实现水流量的调节，达到汽包补水的目的，从而符合锅炉的运行标准。

2 化工锅炉给水泵的运行维护路径

2.1 案例分析

文章将以某地方城市的化工企业作为研究对象，该企业的锅炉给水泵型号为TD-160（如图1所示），属于电动叶轮离心泵，该装置配套于220MW发电机组，用于输送锅炉给水，能够充分符合锅炉设施各种负荷条件下的运行要求，且具有维护量小，节能效果显著等优势。根据实际调查显示，该电动给水泵采用单壳体结构，未设置前置泵，依靠先升后降的调速方式，进行水量的控制，且每台泵组均配有进口滤网，通过耦合器润滑油降低摩擦阻力，搭配出口止逆阀以及流量循环系统，最大程度减少断水故障的形成。至于在给水泵的结构组成上，则主要包括：定子部件，由吸入端轴承部件、进水、出水以及吐出端轴承组成，采用螺栓连接，能够将各部分组件有机整合成刚性结

构，并设置在泵座上；转子部件，与泵的整体结构、产品性能都存在直接联系，更多表现为叶轮安装在轴上的形式。其主要结构组成包括轴叶轮、平衡盘以及锁紧螺母，通常由轴承进行支撑；平衡装置，其结构组成包括平衡盘+调整套，其中平衡盘负责承担接近90%的轴向力，而剩余平衡力则依靠推力轴承承担。此类型的平衡机构，具有极强的稳定性，能够保障设备的安全运行，延长装置的使用寿命，通过平衡轴向推力，确保在工况出现改变时能够自动跳转。

当设施进行启停操作时，或是产生负荷变化的过程中，平衡盘能够最大程度减少磨损程度，且灵敏度较高。但要注意，为了削减平衡机构造成的冲击，也应适当控制启停频率，增加摩擦表面的坚硬程度。



图1 锅炉给水泵

2.2 运行维护与故障探究

在进行设备管理的过程中,应采用预防性维修,并搭配紧急维修理念,尽可能将风险事故扼杀在摇篮当中,结合实际情况,适当调整保养频次,做到精细化点检,不断完善设备检修台账,将定期与不定期检修有机结合,注重水泵的日常管理,减少设备异常状态的形成。同时,企业还要充分遵循经济性原则,控制维修成本,注重运营经济效益的增长。

2.2.1 温度控制

根据实际调查显示,当泵与液体之间的温差较高,容易引发热冲击,从而导致水泵受损。为解决此类问题,需要在泵启动开始之前,预先调控混合温度,控制好液体的输送速率,保证两者的温差在允许范围内,消除热冲击所需的温度平衡,具体方法如表1所示。

表1 温度平衡数值

温度平衡标准	平衡速率
泵壳体温差低于 15℃	30~50℃ /h
介质与壳体温差低于 25℃	—

对于给水泵来说,热瞬态可以理解为温度的骤然上升或下降,其形成原因表现为不正常机组运行。该现象对机组的安全状态具有不良影响,因此应尽可能降低热瞬态的发生概率,若实际运行中遇到无法有效避免,或是设备不得已需要储存在环境温度较低的情况,则要采用保温外壳。在特殊场合下,热介质需要维持好与泵之间的间隔距离,对于进入静止泵的介质来说,可能存在温度远低于温度平衡的情况,此时若在运行时介质进入泵,温度可能会出现小幅度增长。该状态下可忽略温度平衡。若泵与介质间的温差超过实际限定值,则应利用泵介质循环的方式达到暖泵的目的,直至泵温度达到规定数值。

一般情况下,暖泵是给水泵操作中极为重要的程序流程,其主要形式可分为以下两种:正暖,是指除氧器来水进入泵内,之后开启入口阀门,闭合出口阀。通过设备压力管,达到放水的目的,利用出水量的调控,来实现温升目标;反暖,是指母管来水经降压操作后,进入泵内,之后返回至除氧器。在此过程中要注意,无论是正暖操作还是反暖操作,都严格禁止盘动转子,且壳体的上下温差应控制在 15℃ 以内。

2.2.2 运转维护

首先要检查好进水压力,保证其超过汽化压力的 1.1 倍,之后检查出水压力及电机电流,如果发现电极电流相对较高,且明显高于额定值,则可能是因为水泵流量超出规定值,导致泵内产生摩擦,平衡盘磨损过度。此时,应做好循环门的检查,判断其是否严密,评估串轴的指示情况,若发现串轴明显高于规定值,则应第一时间进行停泵作业。如果发现属于电机问题,则应聘请专业人员进行现场处理。其次要检查平衡盘压力表,确认数值是否恒定在 0.1~0.15MPa,确认两侧的机械密封是否存在漏水状况,轴承体是否存在漏油现象。最后则要检查冷却水的回水温度,泵与电机的轴承温度,确认是否存在串水过热的问题,保证进油温度不超过 60℃,且轴承温升平稳。如果超过 70℃,则应第一时间报警,并采取停机处理。至于泵与电机轴承的油压,则应始终维持在 0.1MPa 以上,若低于 0.05MPa,则同样要进行停泵操作,并控制好轴承回油温度,使其始终低于 60℃。同时还要优化集水泵的管理形式,做好相关的数据记录,并上传至云端,提高数据的安全性^[1]。此外,技术人员还要注重各项设施资源的最大化利用,避免出现设备闲置,保证采购资金的合理使用,防止出现资金浪费现象。

2.2.3 轴向力平衡

在泵运行阶段,作用在转子上的力,主要表现为高压水流的轴向力。若发现轴向力过高,势必会加大给水泵的振动速度,导致平衡盘的磨损较为严重,甚至会出现抱死的情况,引发设备的紧急停车,影响化工企业的经济效益。通常来说,在运行中的平衡盘会根据轴向力的作用发生左右窜动,但若施加在平衡盘上的轴向力,与高压流体的作用力相等,此时给水泵会进入平衡状态。若发现工况出现改变,导致两股力存在一定差异性,则转子会发生前后窜动,便在惯性的影响下,使轴向力、平衡力保持相同。此时转子不会立刻停止窜动,而是窜动幅度持续衰减,直至抵达平衡位置。

给水泵的前后窜动比较大,速度较快,使内部部件的摩擦较为频繁,最终会造成水泵的报废,为解决此类问题,需要保证给水泵能够根据工况的改变进行力的调整,控制好轴向力与平衡力大小。至于在给水泵检修环节,则要注重串量作业与测量作业。在给水泵装配结束后,可预先固定转子,不加设平衡设备,将转子逐渐推向吸入端,保证叶轮口环能够与密封环

紧密衔接,此时将串量记作 S1。之后再叶落后盖板与导叶相连,此时将串量记作 S2。S2 与 S1 的差值若处于 8~10mm 之间,则可记作泵的串量。在添加平衡设备后,将转子拉向吐出端,同样保证叶轮后盖板能够与导叶紧密相连。此时将串量记作 S3, S3 与 S1 的差值若处于 4~6mm 之间,可将其记为泵的半串量,在给水泵运行过程中,不仅要在给水泵启动时进行串动操作,还要在轴向力的影响下,保证转子始终向吸入端运动。因此 S2 与 S3 的差值便可以理解为,泵在运行环节向吸入端发生的最大窜动量,若两者的差值在 4mm 左右,则证明叶轮与导叶的中心线对准^[2]。

在完成给水泵检修操作,且满足安全标准后,才可投入使用,并防止出现给水泵的频繁检修,导致叶轮抱死现象反复发生。至于在平衡盘的保护方面,则要以减少平衡盘磨损作为首要目标,一般情况下,导致平衡盘磨损严重的主要原因可归结为以下三点:一是泵的启停过于频繁,在泵刚刚启动时,平衡力尚未有效建立,因此可能会加剧动静平衡盘的摩擦;二是经过平衡管的高压水汽化,导致平衡室的压力异常上升,提高转子的振动幅度,导致给水泵的运行条件较为恶劣,从而在一定程度上减少泵的出力,造成平衡阀门损坏;三是平衡盘与泵体间存在漏水现象,高压流体几乎不通过动静平衡盘。

2.2.4 压力调整

对于化工锅炉给水泵平衡室来说,更多依靠平衡管与入口有序衔接,通常来说,压力不会产生较大幅度的改变,平衡室本身的压力与给水泵入口压力几乎一致。但要注意,管道直径规格将直接影响压力大小,若平衡室压力持续降低,影响泵的入口真空度,最终造成流体汽化,转子无法维持在动态平衡状态,振动值会出现一定幅度的上涨,加大动静部件的磨损程度。若平衡室压力持续增加,在阻力损失保持不变的基础上,可以根据计算公式,获取平衡力大小,并判断平衡力的改变性情况。若平衡力持续减少,会造成平衡盘两侧压差缩小,难以维持轴向力的一致。此时,单纯依靠轴向间隙的调整,难以保证给水泵的稳定使用,为此笔者认为,应充分考虑回水管件的适当增加,通过安装阀门,调节回水量,控制平衡室压力。当回水压力不超过入口压力,可适当降低阀门开度,实现转子动态平衡。若回水压力始终超过入口压力,则应加大阀门开度,进行回水量的调控,维持平衡室压力正常^[3]。

2.2.5 事故分析

案例一,该化工企业于 2021 年 6 月,共配备四台锅炉给水泵,其中三台用于实际运行一台作为备用,给水泵的自由端水平振动大约在 6mm/s,而管内压力则达到 1MPa 左右,在当天初步检查的过程中,发现设备可能存在平衡盘磨损的问题,从而造成高压水泄漏。为进一步探究故障问题,操作人员决定拆检设备结构,最终发现平衡盘的磨损超过 2mm,在进行平衡盘及时更换后发现,自由端振动速率达到 3mm/s,此时平衡管的压力也降至 0.5MPa,能够实现正常使用,达到预检目的。至于从根据实际调查显示,经过设备改造后,化工企业的单位输水成本进一步减少,综合电耗也得到有效控制,能够降低成本支出,实现经济效益与社会效益的增长。

案例二,在 2022 年 3 月,锅炉给水泵的振动幅度再次攀升至 6mm/s,虽然在更换平衡盘后,水平振动一度降至 4mm/s,但在运行 20 天后,水平振动再次超出安全标准。此时在技术人员二次拆解后,发现平衡盘仍存在磨损状况,在初步检测后未准确判断问题形成原因,因此需要进行进一步拆卸,经过对泵体拆检后发现,叶轮口环存在严重磨损,且口环与密封环的间隙相对较大,导致转子摆动幅度增加,为此维修人员决定更换叶轮以及密封环。之后再次进行试车运行,发现水平振动速率降至 3.5mm/s,平衡管压力重新降至 0.6MPa,同样达到预检目的^[4]。

综上所述,通过对锅炉给水泵工作原理开展分析讨论,以 TD 型调速给水泵作为研究对象,阐述化工锅炉给水泵的运行维护路径,以此实现设备的安全使用,切实消除化工产品的潜在安全隐患,维护锅炉水平衡,促进锅炉的稳定运行,推动化工行业的可持续发展,推动化工企业经济效益的增长。

参考文献:

- [1] 邹波,莫政辉.高压锅炉给水泵自动循环阀故障原因分析及处理措施[J].大氮肥,2023,46(02):104-107.
- [2] 李俊,高强.超高温亚临界煤气发电厂锅炉给水泵异常振动原因分析及处理[J].新技术新工艺,2022(10):92-101.
- [3] 吕建南,张江涛.百万千瓦级超超临界火电机组锅炉给水泵转子动力学分析[J].水泵技术,2021(03):9-14.
- [4] 程中先.高背压汽轮机拖动锅炉给水泵在尿素厂的技术应用[J].化肥设计,2020,58(01):44-45+62.