

# 汽轮机开机过程中转速控制故障处理研究

朱 辉

(国家能源集团宿迁发电有限公司, 江苏 宿迁 223800)

**摘 要:** 在实际进行工艺生产的过程中, 对机组转速提出了更高的要求, 需要保证其可以对进入汽轮机的蒸汽量进行控制, 并保证相对稳定, 进而保证汽轮机的输出功率与负荷保持平衡状态, 由此可见, 汽轮机是整体机组之中最为重要的内容。但是从实际发展的状况来看, 在实际对汽轮机进行安装的过程中, 或者是汽轮机运行工作的过程中, 其通常会出现一定的运行障碍问题, 其主要会对汽轮机开机过程中的转速控制造成一定的不良影响, 最终影响整体运行。本文以此为基础, 对汽轮机调速系统进行过探究分析, 同时研究分析转速控制故障问题。

**关键词:** 汽轮机 转速控制 开机 运行错误

**DOI:** 10.12319/j.issn.2096-1200.2022.26.163

对于汽轮机来说, 其最为核心的内容就是汽轮机调速系统, 其主要针对进入汽轮机的蒸汽量进行调节和控制, 进而保证其满足汽轮机负荷的需求。但是在实际应用的过程中, 通常会由于各种外界因素造成转速控制出现一定的问题, 比如说未按照顺序安装、操作步骤不规范等, 其都会对汽轮机调速系统造成影响, 进而影响整体汽轮机正常运行工作。针对此情况, 相关工作人员一定要对其预运行中存在的问题进行探究分析, 加强安装调试以及运行维护, 进而避免出现问題, 保证汽轮机发挥出最大的作用和价值。

## 一、汽轮机调速系统概述

在汽轮机实际运行过程中, 其开机过程中最为重要的一项内容为转速控制, 其主要是由汽轮机调速系统进行控制。汽轮机调速系统由多个部分组成, 其中主要包括测速系统、电子调速器、电液转化器、断流式错油门、油动机以及调节气阀等, 由其构成一完整的汽轮机调速系统, 在实际进行运行工作之前, 工作人员需要按照规定标准进行安装, 随后进行调试, 保证安装质量, 进而保证后续应用的稳定性。汽轮机调速系统在实际运行工作的过程中, 为了获取机组转速的实际情况, 主要是依靠数字量通道板对汽轮机转速进行采集, 在完成转速采集之后, 会将采集数据与给定转速数据进行对比, 如果二者之间存在差异性, 那么需要针对二者之间的数据差进行分析处理, 并利用PID运算, 对于计算结果来说, 还要再经过DEH微机处理、矫正以及放大处理, 将其转变为整体需要的电信号。对于处理得到的电信号来说, 其还会再次经过电液转化器对其进行处理, 并将其转化为错油门中间滑阀的二次油压信号,

随后错油门会针对此再次进行处理, 将脉动油压变化进行放大处理, 随后对油动机进行控制, 最终达到调节控制转速的目的, 同时也可以对汽轮机组进行调节。一般情况下来说, 汽轮机调节系统的设定, 主要是按照转速、汽轮机以及入口压力串级设定, 此种设定方式, 在实际对转速以及压力进行调节控制的过程中, 可以自动化完成, 也可以由相关工作人员手动进行调节控制, 具体选择何种方式, 需要根据汽轮机具体情况判定<sup>[1]</sup>。汽轮机在开机的过程中, 为了达到调节控制转速的目的, 通常需要依靠汽轮机调速系统, 但是在实际运行工作的过程中, 其控制可能存在一定的故障问题, 因此相关工作人员需要针对此制定相应的解决策略。

## 二、汽轮机开机过程中转速控制对运行造成的影响因素及改善策略

### (一) 转速探头安装对汽轮机运行的影响

汽轮机开机的过程中对后续的运行会造成一定的影响, 需要对汽轮机整体进行科学合理的设计, 提升整体运行的稳定性以及安全性。为了保证汽轮机组运行的稳定性, 其共计安装布设了6个磁阻式传感器, 以此作为转速传感器, 对于这6个传感器的安装位置来说, 将其均匀地布置在汽轮机测速齿轮盘的周围, 但是在安装的过程中, 需要注意的一点是传感器与测速齿轮盘之间需要保持一定的间距, 距离为1mm左右。其中A、B两个转速探头安装的主要目的是进行调速, 调速系统在实际运行工作的过程中, 会对两个探头的高选值作为实际转速, 并将其传输至提速系统之中。而C、D、E 3个转速探头安装的主要目的是对超速三取二联锁进行相应的保护, 最后F传至现场显示。

汽轮机在实际运行的过程中，其测速齿轮在其中发挥着重要的作用和价值，对转速探头进行相应的测速，进而了解探头转速的实际情况。但是从当前测速齿轮的实际运行状态来看，汽轮机测速齿轮盘在实际进行旋转的过程中，齿轮与测速探头之间的磁钢间隙会发生一定的变化，其变化形式为阶梯型变化，且根据观察发现，当每经过一个齿轮时，气隙磁阻也会发生一次变化，且相对应的线圈中的磁通量也会出现一次交变，在此过程中其会产生交流电动势，而一般是由线圈两端产生感应。相关工作人员针对汽轮机测速齿轮进行深入地研究和分析，发现，此时交流电动势的频率 $f$ 与齿轮转速 $n$ 和齿轮数 $Z$ 之间呈现出正比关系<sup>[2]</sup>。

以某汽轮机组为例，在汽轮机开机运行的过程中，相关工作人员发现如果转速探头在实际运行的过程中转速发生了变化，出现速度升高的情况，且速度提升至3000r/min左右时，由于转速突然发生异常变化，此时调节气阀也会随之发生一定的变化，其会突然关闭，但是随后又会打开，而这一过程，会造成整体汽轮机运行不稳定，且也会对机组升速造成一定的不良影响。针对此情况，相关工作人员对整体汽轮机组进行运行管理，加强运行监测，并明确造成此种故障问题的原因，为了保证整体汽轮机组运行的稳定性以及安全性，并对转速进行科学合理的控制，在汽轮机组中安装了两个用于转速控制的探头，而在实际运行的过程中，其中一个探头出现故障，其由3000r/min突然提升至6000r/min。而相关工作人员针对汽轮机运行开机转速控制的实际情况，进行了一系列的排查发现，在之前进行开停机的过程中也出现过相同的情况，即其中一个探头由正常的3000r/min突然转变为6000r/min。

汽轮机在实际运行工作的过程中，通常需要应用到磁阻传感器，从本质上来看，磁阻传感器相当于一个电感，且根据研究发现，当齿轮发生转动，经过磁阻传感器时，其磁通会产生一定的变化，且在磁通线圈上也会产生反电动势。在特定频率的影响下，反电动势与齿轮之间会发生相互作用，并产生杂波。当转速探头的转速达到3000r/min时，此时所产生的感应电动势与干扰电动势之间，其频率出现完全重合的情况，其会导致转速探头的转速翻倍，提升至6000r/min。如果在速度提升的过程中，A、B两个进行调节控制的探头其中一个出现了转速翻倍的情况，转速变为6000r/min，那么此时控制系统在获取速度的过程中，会自动识别二者得到高选值，即6000r/min，并将其作为实际转速传输至调速系统，但是获取的数据与给定转速之间存

在一定的差异，因此此时PID会发出关闭阀门的信号，随后调节气阀迅速关闭；但是后续当此探头的转速恢复至正常转速时，汽轮机的实际转速在此过程中出现较强的波动，而由于转速已恢复至正常，因此此时调节气阀迅速开启，而此种情况也会导致转速出现强烈的波动。

### （二）调节气阀零点偏移对汽轮机运行的影响

根据研究调查显示，汽轮机在开机运行过程中，对转速进行控制，还需要依靠汽轮机调节阀。汽轮机调节阀主要由4个部分组成，分别是阀杆、阀梁、阀座以及阀芯。当汽轮机调节阀进行运行动作的过程中，主要是通过控制阀杆，进而带动阀梁的提升和下降，而在阀梁上升或下降的过程中，会带动阀芯进行上下运行，其在上下运行的过程中，通常是远离或者是靠近阀座，最终达到通过开关阀门调节蒸汽量的目的。在实际对阀杆进行调节操作的过程中，其通常会受到外界因素的影响导致其出现弯曲的情况，为了避免出现此种情况，工作人员在实际将油动机活塞杆与传动机构杠杆连接的过程中，需要保证油动机活塞处于0行程的位置，且需要保证阀梁与阀碟之间保持2mm的距离，不得紧密接触，而此时油动机标尺刻度指示为0，而正是因为此种设计方式，当调节阀开机时，其存在一个2mm左右的空行程<sup>[3]</sup>。

在实际安装之前，需要设置机械零点，但是如果实际进行设置的过程中出现偏差，那么会造成汽轮机开机过程中的速度提升出现故障。工作人员针对汽轮机运行进行调试的过程中，调速系统安装出现一定的问题，其会导致出现零点偏移的情况，对整体运行造成严重的不良影响。汽轮机在开机的过程中，通常会经过升速的过程，而此时如果相关工作人员调节气门大开速度，但是此时无法冲动转子，还有可能触发过扭矩保护联锁。当汽轮机出现无法开机运行的情况时，工作人员通常会打开速关阀，但是在这个过程中会出现未给定转速的情况，最终汽轮机开始出现提升速度的问题。

此外，为了保证汽轮机开机运行的有效性以及效率，对转速进行合理有效的控制，工作人员针对开机冲转子运行的实际情况进行检验，发现当进行静态试验的过程中，会出现零位偏下的情况发生，而即使是1mm的偏差也有可能对油动机造成影响，导致其在小开度的状态下出现无法冲动转子的情况发生，还可能触发过扭矩保护联锁出现无法开机的情况。但是如果在进行试验的过程中，机械零点设置较为偏上，那么汽轮机的速关阀在开机之后未给定转速，那么此时就会对汽轮机造成影响，其导致其在提升

速度的过程中出现故障问题。

### 三、汽轮机开机过程中提高转速控制质量的主要策略

#### (一) 严格控制转速探头安装, 保证汽轮机运行转速的平稳性

汽轮机在实际进行转速控制主要是依靠转速探头, 汽轮机在实际运行或者是开停机的过程中, 需要针对转速趋势进行检查, 明确其是否存在波动情况, 特别是需要针对开停机的过程中转速探头的实际情况进行检查。根据调查显示, 汽轮机在开停机的过程中, 当探头在3000r/min左右的位置时, 此时感应电动势很容易被干扰, 进而导致其中一个探头迅速提升到6000r/min。针对此情况, 工作人员在实际进行安装的过程中, 一定要保证转速探头的间隙, 并保证符合相应的标准和要求<sup>[4]</sup>。

#### (二) 严格进行调节气阀静态试验

为了保证汽轮机调节阀运行的稳定性, 为汽轮机开机运行提供强有力的支持, 相关工作人员在实际开展工作之前一定要针对调节气阀进行静态试验, 进行静态试验的主要目的是针对调节气阀进行整理和统计, 其数据可以体现调节气阀的线性曲线, 此外进行调节气阀静态试验的过程中, 也可以针对气阀动作的精准度以及迟缓度进行验证。在实际进行工作的过程中, 需要多次进行试验, 不得只以一次试验数据为准, 而这主要是因为多次进行试验, 可以检验本次试验是否可以与上一次线性开度重合; 此外, 多次进行静态试验, 也可以针对调节此系统进行检验, 明确其是否存在卡涩情况。在实际进行静态试验的过程中, 需要针对整数阀位进行试验, 比如说10%、20%以及30%等, 同时还需要在进行静态试验的过程中, 也需要检验调节气阀的真实虚位, 进而明确机械零点。在实际进行静态试验的过程中, 可以先观察调节气阀在5%阀位的刻度位置是否进行动作, 随后每次试验时增加1%阀位, 随后逐渐明确具体进行动作的阀位, 然后对试验数据与厂家提供的先行曲线进行对比, 进而明确调节气阀的机械零点是否满足要求。

#### (三) 提升控制油运行稳定性, 推动汽轮机运行

汽轮机在实际开机的过程中, 润滑油系统是其中的关键内容, 因此一定要保证其质量, 并保证油运合格。在实际进行运行的过程中, 工作人员需要严格按照相关的操作标准, 并按照流程进行工作, 同时工作人员也需要对润滑油系统的油运路线进行检查, 保证轴瓦前上油管安装200目临时滤网。汽轮机在实际运行的过程中, 工作人员需要针对各项内容进行检查, 进而保证整体开机运行的稳定性, 保证汽轮机顺利运行, 为后续一系列工作奠定坚实的

基础。汽轮机在实际运行之前, 工作人员需要针对润滑油系统进行调试检查, 在此过程中需要注意以下几点: (1) 在实际进行调试检查的过程中, 需要注意汽轮机调节油系统, 防止出现渣滓进入调节系统的情况, 渣滓如果进入调节系统柜那么会导致滑阀出现卡涩的情况, 针对此情况, 工作人员需要过滤润滑油系统, 保证其整洁性, 随后在针对调节油系统进行清洁; (2) 工作人员在实际对润滑油系统进行清洗的过程中, 也需要加强对分支管线末端进行清洗, 进而保证清洗的全面性以及完整性; (3) 工作人员在实际进行冲洗的过程中, 需要针对油冷器以及油过滤器加强清理, 或者是进行切换, 在实际进行工作的过程中, 也需要考虑整体润滑油系统的细节之处。

#### (四) 加强器件安装管理, 保证汽轮机运行稳定性

在实际进行安装的过程中, 需要重点注意调速器门阀杆, 对其填料压盖程度进行控制, 需要注意的是, 工作人员在实际安装的过程中需要判断两端调速器阀杆大弹簧的压缩量大小是否保持一致。同时, 工作人员在实际进行安装的过程中, 也需要对油动机以及托架间碟簧紧力进行调整和控制, 进而保证油缸在水平方向呈垂直状态; 此外, 工作人员也需要针对调速气门个链接转动部件的销轴等内容进行质量控制, 并保证其不存在卡涩的情况<sup>[5]</sup>。

### 四、结语

综上所述, 汽轮机的调速系统在整体汽轮机之中起着重要的作用, 其可以对转速进行控制, 但是在实际进行操作的过程中通常会出现一定的故障缺陷, 或者可能还会出现不安全因素, 因此相关工作人员需要在实际进行工作的过程中, 需要掌握汽轮机运行的实际情况, 同时对故障处理的质量控制内容进行深入研究和分析, 最终保证汽轮机运行的有效性以及质量。

### 参考文献

- [1] 崔传业, 闫舸, 郑灵杰. 汽轮机开机过程中转速控制故障分析及处理[J]. 应用能源技术, 2022(7): 30-34
- [2] 霍风波. 汽轮机启动过程中的振动故障分析及处理措施[J]. 设备管理与维修, 2020(10): 61-62
- [3] 肖丽丽. 火力发电汽轮机转速控制故障分析及对策研究[J]. 中国科技纵横, 2020(6): 170-171.
- [4] 顾伟伟. 基于电机调速的回热小汽轮机转速控制策略研究[J]. 电力勘测设计, 2022(4): 35-39
- [5] 马斌, 张鹏, 杨彩燕, 沈红霞. C50-90/13-II型汽轮机转速探头失效故障诊断及处理[J]. 冶金动力, 2021(2): 39-41