

9E 型燃气轮机安装调试技术分析

郑永峰

(江苏省华能南京电厂 江苏 南京 210044)

摘要: 风电和太阳能等清洁能源发电受外部自然条件影响很大,对电网调度有一定的难度。安装燃气轮机,利用天然气发电启动快、调峰性能优等特点,可一定程度弥补清洁能源调节性能差的缺点。本文简述了燃气轮机发电装置的组成,总结了影响燃气轮机正常运行的因素,针对 9E 型燃气轮机安装与调试过程中出现的故障分析了处理方法,供相关人员借鉴。

关键词: 9E 型; 燃气轮机; 安装调试; 技术分析

0 引言

燃气轮机在安装调试运行中出现一些故障是不可避免的。为了迅速恢复正常工作状态,重要的是做好燃气轮机安装与调试过程中的故障处理。一方面,能够有效解决故障问题,防止下次发生同样的故障,提高操作人员的故障处理经验。另一方面,可以降低故障对燃气轮机的影响。在燃气轮机故障处理后,可以进一步提高燃气轮机的性能,保持良好的工作状态。

1 燃气轮机发电装置的组成

燃气轮机是近几十年来发展迅速的一种热动力设备。它一般由压气机、燃烧室、透平三大部件组成,以空气为工质,不断地从外界吸入空气,将空气压缩增压,连续不断地向燃烧室提供高压空气,燃料与高压空气在燃烧室混合燃烧,产生高温、高压气体,然后进入燃气透平开始膨胀做功,将燃料中的化学能部分、连续不断地转化为机械能,将多余的气体排放到大气中去或进行余热利用去发电和供热。

2 影响燃气轮机正常运行的因素

每种类型的燃气发动机都有其温度影响曲线。燃气轮机需要吸入空气。因此,进入燃气轮机周围环境的空气质量流量会影响其性能。循环流体参数、部件效率以及空气质量流量都会影响燃气轮机的温度影响曲线。

2.1 空气密度

空气密度小,空气流量以及输出量也就相应减少,对燃气发动机的输出量有直接影响。同时,空气密度受燃气轮机海拔高度以及空气湿度影响,海拔越高,空气越稀薄,密度越小。

2.2 燃料的种类

燃料的种类直接影响燃气轮机的性能。甲烷的氢碳

比大于轻柴油,水蒸气含量也较高,其燃烧产物具有较高的比热。因此,燃烧天然气的产能高于燃烧轻柴油的产能。

2.3 使用年限

燃气发动机的性能会随着使用寿命的增加而下降。压缩机的污染会降低燃气发动机的性能,但这些损失可以通过拆卸机组、清洗或清洗压气机叶片来恢复或部分恢复,这是一种可恢复的性能退化。

3 9E 型燃气轮机安装与调试过程中出现的故障

3.1 安装过程中存在的问题

现阶段,9E 燃气轮机在应用中一般采用燃气-蒸汽联合循环的型式,在城市电厂中显示出良好的环保效果,但其在运行中仍存在着突出的启动性能问题,特别是启动失败的问题。因此,为了解决这一问题,提高机械操作效率,有必要对这一问题的原因进行分析。

3.1.1 温度过低的原因

原因分析:机械液力变扭器、温度和操作速度在燃气轮机启动过程中将直接影响启动速度。主要体现在:如果油温度和火焰燃烧系统的温度很低,它会阻碍燃料在燃烧室内的完全燃烧,这些阻碍的燃料会因积聚问题而无法释放能量,从而影响气体推进系统的旋转功能,导致启动失效问题的出现。

3.1.2 IGV 工作角度过大的原因

原因分析:9E 燃气轮机运行过程中,设计过程中 IGV 运行角度过大,会增大空气流量,增加压气机的整体功耗。此外,在 IGV 运行角度较大的条件下,燃气轮机需要满足高功率的要求才能正常启动。换句话说,它很容易因为功率不满足要求而无法启动。

3.1.3 冷启动时间过长的原因

原因分析:9E 燃气轮机在机械启动过程中需要保持其冷启动状态。因此,在 9E 燃气轮机运行过程中,其

启动指令会贯穿于从启动运行到满负荷运行的全过程,导致启动指令到达时间长,机械响应缓慢。而且这种长启动时间的形式也会影响联合循环发电的效率和发电机组的经济性。

3.1.4 其他原因

9E 燃气轮机系统中有大量的辅助设备,这些辅助设备对燃气轮机的正常启动也起着重要的作用。排烟温度、过滤网清洁度等因素都会影响其正常启动。只有合理控制各种影响因素,达到理想的功能效果,才能保证其正常启动。

3.2 调试过程中存在的问题

3.2.1 调试误操作

某电厂调试中由于参与人员技能水平和风险意识不强,对设备、系统不熟悉,同时设备、系统的物理隔离和标识也不健全,导致调试误操作。在进行第二套燃机安全油调试时,调试人员错选了第一套机组菜单,操作了第一台燃机记忆电磁阀,将安全油快速截断,造成一号机组燃气速关阀安全油压失去,天然气截断,燃烧室火检信号全部消失,触发燃机灭火主保护动作,跳闸运行中的一号机组。其原因主要为:已投产的机组工程师站用户密码未进行修改,在登录时无法区分机组并进行提示。燃机工程师站电脑主机只有一台,却可操作两台燃机,调试人员操作时风险意识不强,导致误操作发生。

3.2.2 点火后升转速速率不足

某电厂燃机点火成功后,由于升转速速率不足,排烟温度温升得不到有效控制,导致启动失败。燃机点火成功后,遮断阀和燃料阀开启,点火功能组退出,主燃烧(扩散)和 SFC 共同提供动力推动燃机升转速。主火焰点燃后,升速率控制应由排烟温度控制器进行控制,排烟温度控制器激活后,应该在设定的时间内,将排烟温度控制在设定点的控制范围如 10°C 内。如升速过程中排烟温度温升得不到有效控制,指令与反馈偏差始终大于 10°C ,导致燃机升速率逐步降低,多次启动失败。燃气轮机排烟温度高可能的原因有:

一是燃烧异常。燃烧异常的原因可能为燃料流量异常或空气流量异常,在仅有 CV3 燃烧的低负荷阶段,燃料流量异常的原因可能为:燃料阀开度异常;燃料压力异常。空气流量异常的原因仅可能为压气机出力异常,其可能的原因为:VIGV 定位错误;防喘阀严重泄漏;缸体严重泄漏;压气机动静碰磨;压气机脏污、受潮;进气过滤器压差严重超标。二是参与燃烧控制的表计异常。

3.2.3 二氧化碳消防系统误动作

某电厂在调试中,由于燃机罩壳内消防电缆桥架与防喘放气阀法兰距离过近,且防喘放气阀法兰未设保温,致使该处电缆受高温影响绝缘老化,绝缘性能降低,最终导致信号误发,二氧化碳系统误动作,触发燃机保护

动作跳闸。其原因是电缆或电缆桥架与高温管道距离太近,且保温防护不到位,导致电缆老化。

3.2.4 润滑油系统故障

某电厂的燃气轮机启动失败,检查了燃气轮机的管道,发现伺服阀开度明显不足,汽油供应量低,燃气轮机不能正常启动。通过对伺服的进一步检查,发现伺服阀伴随着大量的油状物,该物质是润滑油系统中的润滑油,而且润滑油已经变质或杂质较多,润滑效果严重下降。基于此,检测到润滑油系统后,通常会发现系统的油路堵塞,润滑油无法有效供给伺服阀,对伺服阀没有良好的润滑效果。另外,油量低也会直接影响润滑的效果,致使润滑油供应不足。因此,保持足够的油压是很重要的,可以大幅提高润滑油的供给水平,使伺服阀正常工作,正确供给气体。

3.2.5 火焰检测系统故障

某电厂的燃气轮机多次跳闸,燃气轮机发生异常,再点火也失败。初步判断故障主要是由于火焰检测系统对燃气轮机的灭火保护。主要故障的原因:一方面,气体成分发生异常,火焰筒内气流不均衡,火焰碰撞,点火失败,燃气轮机刹车。另一方面,如果冷却水系统发生故障,燃气轮机也会切断刹车。这是因为,在探测到火焰的情况下,需要用冷却水降低温度,使探测处于正常的工作状态。冷却水系统发生故障时,探测温度急剧上升,无法正常工作,探测结果不当,因火焰检测系统的误操作,燃气轮机切断制动。根据原因调查,这种故障的原因是冷却水系统的故障,需要冷却水系统的故障处理。

3.2.6 通讯故障

某电厂的通信系统发生故障,控制室无法与燃气轮机稳定连接,燃气轮机运行数据丢失。通信故障影响了控制室对燃气轮机的监控作用,无法有效监控燃气轮机,极大增加了高速燃气轮机运行的安全隐患。通信故障的原因:其一,由于燃气轮机没有与控制室建立有效的网络连接,所以两者之间的连接不稳定信号中断;其二,控制室不能接收从燃气轮机传输的数据,并且网络状态良好。检查结果表明,控制室的数据库满了,无法保存历史信息。当燃气轮机发生故障时,控制室无法监控,因此必须避免数据库数据溢出。原因调查的结果是:连接不稳定和数据损失是上述两个原因造成的,需要从这两个方面进行故障处理,保障燃气轮机和控制室进行良好的数据交换。

4 9E 型燃气轮机安装与调试过程中的故障解决方法

4.1 防止误操作的解决办法

加强调试方案的审查和学习,严格执行“两票三制”,加强操作票和命令票的监护执行,防止操作人员走错间

隔等误操作事件的发生。对第二套机组调试时,燃机就地控制室操作员站及工程师站电脑内将运行机组操作权限设为最低级别,即只能查看,不能操作画面及修改、强制逻辑;共用的工程师站电脑,不同机组电脑分离,分级设置和明确工程师站电脑操作权限,并在电脑上方设置明显的标识牌。

4.2 燃机点火后升速率不足解决办法

对 VIGV、防喘阀、压气机本体及各检查孔、燃烧控制表计进行针对性检查。检查 VIGV 全行程角度校验是否有偏差,各防喘阀阀杆定位销是否在正确位置,压气机间隙最小级孔探检查有无新的刮擦和碰磨痕迹,各检查孔密封面有无损坏,螺栓有无松动,各燃烧控制表计校验有无明显偏差。检查压气机第一级动叶脏污程度,如脏污严重,则安排手工清洁压气机第一级叶片,并对压气机进行水洗。

4.3 通讯故障的解决方法

为了使控制室能够有效地监视燃气轮机,需要定期维护通信系统,以便能够有效地传送燃气轮机和控制室之间的数据。通信故障的处理方法如下:首先,需要将燃气轮机与控制室建立良好的网络连接,监视连接状态,在连接状态中断时,需要自动恢复连接,防止通信长时间中断;其次,需要定期整理数据库,避免燃气轮机运行数据溢出,这样可以将运行状态实时保存在控制室数据库中,便于员工查询燃气轮机的历史工作状态,第一时间发现燃气轮机运行中存在的弊端,可以有效减小燃气轮机的运行风险。

4.4 润滑油系统故障的解决方法

为了有效避免润滑油系统的故障,首先必须控制润滑油的质量,禁止使用有效成分不足或变质的润滑油,对伺服阀可以起到更好的润滑效果。防止伺服阀运转不良,进而影响伺服阀的开度。

例如,需要定期对系统内的润滑油进行采样,检查采样成分,检测润滑油是否发生了变质。首先,一旦润滑油变质后,应立即更换,保障润滑油系统稳定运行,对伺服阀有良好的润滑效果;其次,需要定期检查润滑油的油路,避免油路堵塞;当发生油路堵塞的风险时,需要及时沟通,保障润滑油正常供应;再次,必须在润滑油系统中添加油泵,以弥补油量低的问题,使油压能够满足润滑油的加油要求。此外,如有漏油现象有时油

压会过低,需要定期检查系统是否有漏油,提高润滑油管道的密封效果。

4.5 火焰检测系统故障的解决方法

为了避免成分异常的发生,需要确保点火前的火焰筒内没有气流流动,从而有效地避免气流不平衡现象,从而提高点火的成功率。冷却水系统故障解决方法:第一,冷却水系统安装冷却水泵,进一步强化探测的降温效果,可以有效降低冷却水系统的故障对探测的影响;第二,通过更换耐高温检测探头,可以降低高温对检测精度的影响,保证检测探头在高温环境下也能正常工作;第三,通过将冷却水管安装在燃气轮机罩壳外,可以监控冷却水的供给状态,保证冷却水系统的稳定工作。

5 结语

9E 燃气轮机安装与调试技术不仅是一项理论支撑性很强的工作,而且对实践经验的要求也很高。作业人员应重视、学习和灵活运用 9E 燃气轮机安装与调试技术,在充分接受相关积累的基础上,确保 9E 燃气轮机稳定、安全运行。因此,相关专业人员必须对 9E 燃气轮机安装与调试工作进行合理规划,优化运行效率,以确保 9E 燃气轮机安装与调试技术在应用过程中发挥自身的价值。

参考文献:

- [1] 薛玉辉. 国产首台 9E 燃机安装要点及体会 [J]. 青海电力, 2008, 27 (01): 26-27+31.
- [2] 蓝斌华. 9E 燃气轮机起动失败原因及解决对策探究 [J]. 科技创新与应用, 2016 (23): 147.
- [3] 戴惠庆, 金昊, 周仁米. 9E 燃气轮机轮间温度故障分析与处理 [J]. 华电技术, 2018, 40 (09): 46-48.
- [4] 美国 GE 制造公司. PG9171E 型燃机-发电机组安装技术说明 [Z]. 2006.
- [5] 中华人民共和国能源部. 工业燃气轮机安装施工及验收规范: SYJ4040-89 [S]. 北京: 石油工业出版社, 1990.

作者简介: 郑永峰 (1969.08-), 男, 汉族, 本科, 工程师, 研究方向: 发电厂生产管理。