

垃圾焚烧发电厂孤岛运行分析

方生龙

武汉深能环保新沟垃圾发电有限公司, 湖北 武汉 430040

[摘要]某垃圾发电厂因上网线路稳定性差,多次出现因线路跳闸导致发电厂厂用电中断,而停炉停机的事件。为解决此问题,通过对继电保护配置、汽机 DEH 调速系统进行修改优化,最终实现在外线故障时,能实现电厂的孤岛运行。

[关键词]孤岛运行;垃圾焚烧发电厂;技术改造;事件分析

DOI: 10.33142/hst.v5i6.7481

中图分类号: TM619

文献标识码: A

Analysis of Island Operation of Waste Incineration Power Plant

FANG Shenglong

Wuhan Shenneng Environmental Xingou Garbage Power Generation Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430040, China

Abstract: Due to the poor stability of the line connected to the grid in a garbage power plant, the power supply of the power plant was interrupted due to line tripping for many times, and the boiler was shut down. In order to solve this problem, by modifying and optimizing the relay protection configuration and turbine DEH speed governing system, the island operation of the power plant can be realized in the event of external line fault.

Keywords: island operation; waste incineration power plant; technical transformation; event analysis

引言

电厂孤岛运行是指发电机不与外电网联系,输出功率仅输送至厂用电的一种运行方式。对于垃圾发电厂,能实现孤岛运行,能提高全厂运行的稳定性,大大减少故障处理的工作量,降低安全风险。

1 孤岛运行的必要性

电力系统内的各类发电厂及各企业的自备电厂,正常运行方式一般为并网运行,并网运行时电网和发电机组保持密切联系,系统处于非常稳定的状态,系统的抗干扰和抗风险的能力非常强。随着电力系统行业的发展进步,在实际生产过程中,很多企业为了降低用电成本及提高供电的自主性和可靠性,建设了自备电厂,这些电厂一般采用孤岛运行方式;另外在并网运行的发电机组在外电网故障的特殊情况下,为了保证机组的连续生产运行,避免企业因为外部供电中断而造成安全事故或产生巨大的经济损失,也会转换成孤岛运行状态。

对于垃圾焚烧发电厂,其主要作用是妥善处置生活垃圾,其次才是利用焚烧的余热进行上网发电,其发电机容量较一般火电厂要小很多,也造成其与电网系统的联络不会太强,其上网线路的配置也相对薄弱,稳定性往往也较差。垃圾发电厂面对这种现状,当上网线路出现故障时,如果无法实现孤岛运行,将全厂厂用电中断,垃圾焚烧锅炉不得不紧急停运,这样对锅炉和汽轮发电机组造成极大的冲击和风险而影响其寿命,甚至可能造成严重的安全事故。上网线路恢复正常后,垃圾发电厂将重新进行启炉、启机、并网,这一般会需要运行人员精心操作超过十小时,

并需要额外投入大量的辅助燃料费用,依然产生诸多安全风险,提高运营成本。如果垃圾发电厂具备孤岛运行条件,将可以规避上述各类风险,降低运营成本,大大的减少运行人员的工作量,提高整个垃圾发电厂的运行可靠性。

2 孤岛运行特点分析

在汽轮发电机组转为孤岛运行状态时,整个电厂属于微网运行,汽机转速控制在 3000rpm 维持整个微网的频率,励磁系统转为恒功率因数或恒电压运行方式维持微网电压稳定及无功的平衡。这个运行状态特点是稳定性差,大的负荷波动易引起整个系统的电压的波动,频率的波动。厂用电负荷一般通过避免设备启停或大幅度增减设备出力维持稳定。

发电机组由负荷控制转变为频率控制,要求汽轮机的调速系统具有良好的稳定性、静态特性和动态响应特性,以保证在外界负荷变化的情况下自动保持频率的相对稳定。负荷调整不再是运行人员关注的主要问题,主要任务应是维持发电机转速在 3000rpm 附近。

在确定外电网稳定,故障消除后经电网调度许可,进行带厂用电并网,因发电机带负荷较多,此时并网电压、频率、相角调整相对滞后,并网同期失败比较多见。

3 为实现孤岛运行的技术改造

3.1 案例背景

湖北某垃圾发电厂通过一条 110KV 电力线路发电上网,但因 110KV 线路故障率较高,电厂投运前三年多次出现线路跳闸,而导致垃圾发电厂厂用电中断,被迫紧急停炉停机的事故。若能在上网线路跳闸时,能实现发电机不

跳闸而孤岛运行，发电机输出电能供给厂用电，便能避免停机停炉事件。

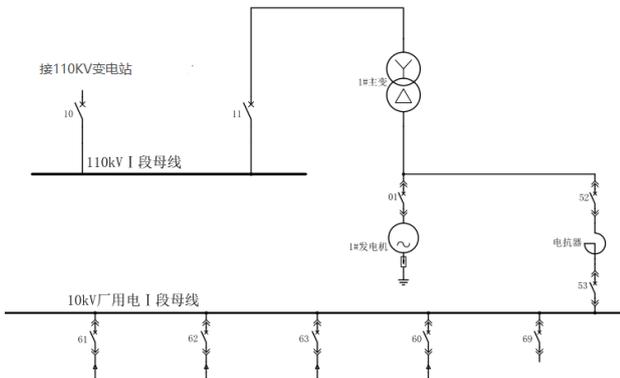


图1 电力线路图

3.2 技术改造方案

当 110kV 出线发生故障，10 断路器跳闸，此时发电机输出功率便骤降，进入甩负荷状况，汽轮发电机转速将会飞升，可能造成汽轮机飞车的严重事故。为解决这个问题，需对汽机 DEH 控制系统进行如下调整：

在 10 断路器分开后触发汽轮机调门控制方式退出压控、退出阀控、退出功控，调门阀位退出跟踪状态，进入 PID 转速控制状态。



图2 展示图

同时 10 断路器分开后触发 OPC 电磁阀动作，保证汽轮机调门关闭至少 2 秒，至汽轮机转速降至 3060rpm 以下，调门再恢复打开。此时调门处于转速控制状态，汽轮发电机转速维持稳定的 3000rpm，全厂进入孤岛运行状态。

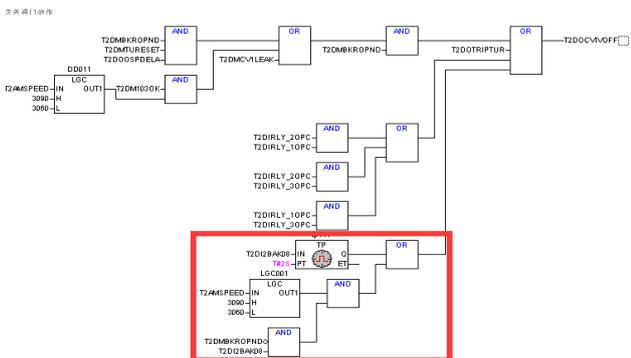


图3 展示图

同时需要考虑的情况是，由于 10 断路器不是同期点，11 断路器是同期点，在孤岛成功后准备进行并网时，需先分开 11 断路器，再合上 10 断路器（此时调门会退出转速控制模式，进入阀位控制模式，存在安全隐患），然后再用 11 断路器同期。所以需要将保证 11 断路器在分位，10 断路器在合位时，调门也处于转速控制模式。将 11 断路器的常闭触点引至 DEH，修改逻辑实现当 11 断路器和 10 断路器任一在分位时，汽机切为转速控制模式。

4 为实现孤岛运行的试验方案

4.1 系统概述

本项目是采用南京汽轮机厂生产，型号为 N20—6.3/435 型，中温次高压、单缸、带三段抽汽冷凝式汽轮机。设计转速为 3000rpm，以顺时针方向旋转（从机头向发电方向看）。与垃圾焚烧炉、余热锅炉、发电机及其附属设备组成一个成套发电设备。机组的控制系统采用数字电液调节系统（简称 DEH），其能实现升速（手动或自动），配合电气并网，负荷控制（阀位控制），超速试验及其他辅助控制功能，并能与 DCS 通讯，控制参数在线调整和超速保护功能等。能使汽轮机适应各种工况并长期运行。该机组除电调保护外，还有一套机械保护及电气保护。

4.2 试验前应具备的条件

4.2.1 汽机专业应具备的条件

主要设备无重大缺陷，操作机构灵活，主要监视仪表准确。

一抽、二抽应切换到一旁、二旁运行。均压箱汽源切换至二级旁路运行。

机组旁路应处于热备用状态，维持机组旁路调节阀 2% 的开度。

确认汽轮机主保护全部投入。试验前已完成超速试验、甩负荷试验。

三台空压机、冷干机全部启动，关闭布袋清灰压缩空气、关小看火孔压缩空气，减少一切不必要的压缩空气用户，保持仪用罐、厂用罐压力在 0.7MPa 以上，一旦试验失败，余气短时间内可保证气动阀门正常动作。空压机房有人值守，恢复厂用电后重启空压机。

4.2.2 锅炉专业应具备的条件

试验前微开锅炉给水调门旁路门，将汽包水位调节到 +50mm。给水操作平台有人值守。

锅炉汽包安全阀、过热器安全阀调试、校验合格。

试开启锅炉向空排汽阀，确认阀门开关正常。向空排汽电动阀就地有人值守，一旦试验失败，手动开启向空排汽电动阀。

确认锅炉 MFT 保护全部投入。

4.2.3 电控专业应具备的条件

相关逻辑保护进行修改，符合本次试验要求。

做好全厂失电事故预想，一旦试验失败立即恢复厂用

电源。试验柴油发动机启动备用，断开柴油发动机出口406断路器。

试验事故照明、UPS工作正常。

各低压配电室有人值守，恢复失压脱扣设备。

尽可能将所有备用辅机全部启动，增加厂用电功率。（空压机、循环水泵、冷却塔风机、#2炉一次风机和引风机）

4.2.4 其他外围条件

试验前半小时，向所有外围岗位发出通知，可能会有短时停电，请勿惊慌。

试验前半小时，关闭主厂房、综合楼电梯运行，防止电梯困人。

试验前半小时，通知垃圾吊，不要进行操作。

试验前半小时，停止石灰浆制备，储浆罐保持低液位。防止石灰浆回流造成溢流。试验前10分钟，吊出#1雾化器。

4.3 试验步骤

所有试验条件具备、人员到位后，汇报调度即将进行孤岛运行试验，得到调度运行后，向试验总指挥汇报。

试验总指挥确认所有试验条件具备，开始进行10秒倒计时。

倒计时5秒，锅炉开启向空排汽阀。汽机开启机组旁路调节阀。

倒计时0秒，DCS拉开10断路器。

倒计时0秒，汽轮机就地值守人员关注就地转速变化，转速到3300rpm，立即就地打闸停机。

试验成功，OPC保护动作，汽轮机切换到转速控制，维持3000rpm运行，发电机带厂用电运行。

试验成功，孤岛运行时禁止启停重大设备，以免造成波动。

试验不成功，OPC未能控制汽轮机转速，汽轮机超速保护动作跳机并跳发电机电压。按全厂失电预案进行应急处理。

4.4 全厂失电应急处理

确认全厂失电后，试验总指挥发出启动全厂失电应急预案命令。

汽轮机就地人员检查自动主汽门、调门、抽气逆止阀全部关闭。破坏真空紧急停机。

锅炉就地人员手动开启向空排汽电动阀，根据集控室指令开启主蒸汽管道疏水阀。

启动直流事故油泵，检查润滑油压正常。

检查发电机出口01断路器确在分闸位置、厂用分支52断路器确在分闸位置、主变高压侧11断路器确在分闸位置。汇报调度，得到允许后，依次按顺序合上10断路器，主变高压侧11断路器、厂用分支52断路器。恢复厂用电运行。

立即恢复各辅机运行，依次启动给水泵、引风机、工业水泵、循环水泵、空压机等重要负荷。

重要辅机恢复后，恢复锅炉燃烧，向备凝排汽，根据试验总指挥命令冲转汽轮机。

4.5 安全措施

孤岛试验成功应使锅炉不超压，汽轮机不超速，发电机不过压，维持厂用电运行。

孤岛试验失败汽轮机应紧急停机处理。必须及时启动直流油泵，确保润滑油压正常。

孤岛试验失败锅炉要严防超压运行，必须通过向空排汽及主蒸汽疏水控制锅炉汽包压力。必须确保汽包水位，以防锅炉干锅。厂用电恢复后，应根据汽包实际水位，进行判断，不得盲目上水。

孤岛试验成功，带厂用电期间，避免大负荷设备启停对发电机造成影响。

试验过程若发生事故，应由试验负责人下达命令停止试验。为便于处理事故，必要时试验人员应立即撤离现场。

5 孤岛运行在生产过程中的实例

2017年7月该电厂发生外电网瞬时故障导致110KV出线10断路器跳开，机组甩负荷，汽轮发电机组孤岛运行12分钟后，重新并网恢复正常运行。此外，在改造后的数年内，该电厂共发生7次外网故障，均成功转至孤岛运行。

5.1 事件经过和应急处理情况

15时48分30秒，两炉一机正常运行，发电机负荷16.1MW；

15时48分39秒，发电机负荷降至3.1MW，10断路器已分开，110KV线路有电压，发电机出口01断路器合闸位，汽机OPC动作，调门全关后立即恢复开打。转速最高飞升至3101rpm，最低降至2834rpm后恢复3000rpm并保持稳定。经查看故障录波，迅速判断电厂处于孤岛运行，立即将励磁系统切换至恒电压方式运行，调整功率因数维持发电机电压，保证机组负荷的稳定，未启动大功率设备。15时52分42秒，调度联系告知，电厂出线线路瞬时故障，已重合闸成功，正排查原因。

15时58分52秒，调度联系告知，线路正常，可并网运行。分11断路器，合10断路器，2#锅炉带汽机运行，执行11断路器双侧有压并网操作票

16时00分12秒，11断路器合闸成功，机组恢复并网运行。

5.2 事件直接原因及分析

直接原因：经咨询电网公司，此次事件的直接原因为出厂110KV架空线路2#杆塔A相线路异物搭接引起瞬时接地事故。异物搭接短路烧融后断裂故障消失，短路持续时间59ms，线路对侧变电站断路器检无压重合闸成功。巡线人员排查故障，随即清理异物。

5.3 事件总结

验证了修改DEH系统中孤岛运行逻辑的准确性，同时

也验证了调门在动作过程中的灵敏性及可靠性。

110kV 线路继电保护装置响应动作及时、准确。

运行人员判断准确,应急处置妥当,演练和预案得到了良好的贯彻和落实。

6 孤岛运行的注意事项

网中有几台机组并列运行时,发电机的并列操作采用准同步法,即待并同步汽轮发申机与已运行发由机并列时,调节其电压、频率及相位角,使待并发电机的电状态尽可能与对方(已运行发电机)一致。

启动、停止大容量用电设备要事先取得联系,做好准备,防止出现事故。

当有几台发电机组并列运行时,要尽量使小容量机组抱持负荷稳定,让单机容量较大的机组担任调整任务。

在孤岛中担任调整任务的机组尽量采用手动控制,注意随时调整有功、无功,尽量稳定电压和频率,建议使用自动调节装置。

孤岛运行的稳定性差,随时都可能出现大量甩负荷现象,甚至出现外界全部停产的事故,所以应做好事故预想,搞好反事故演习。

要特别注意发电机的保护设置及定值的整定,应能满足三相电流不平衡、电压摆动大的要求。无论发电机是并网运行还是孤岛运行,都要注意运行调整和监督。并网运行时需要注意原动机的运行情况,应防止原动机的损坏。孤岛运行时主要关注频率的变化情况,应尽量避免频率忽高忽低,所以要密切关注并调节原动机转速,以保证供电的相对稳定。

发电机在与系统解列过程中,要平稳过度,要求将发电机负荷降至和所接带负荷平衡后,方可与系统解列;孤岛运行期间,运行人员特别注意对发电机电压、周波的监视和调整,应设专人调整,使母线电压在规定值范围内,周波保持稳定,电压和周波可略高于额定值,电气运行人员要和汽机运行人员勤联系,保持发申机在额定转速。

7 结束语

能否实现孤岛运行是对发电厂各个系统的综合能力的考验,特别要求电气和热控系统的设计非常周密严谨,汽机和锅炉系统各个设备性能优秀,更是要求各专业工程师和运行人员有着精湛的技术水平。实现孤岛运行特别是对垃圾焚烧发电厂意义重大,既能保证生产的稳定,极大的降低运行操作安全风险,又有显著的经济效益。

[参考文献]

- [1]孙浩然,杨卫华,刘萍,等.2014年至2018年我国垃圾焚烧发电技术应用效益评价分析[J].节能,2021(2):76.
 - [2]李田,赵文川,胡阳军.格雷母线与激光雷达在垃圾焚烧发电厂自动化垃圾吊中的应用[J].电工技术,2021(2):76.
 - [3]宋兴健.垃圾焚烧发电厂的污染控制策略研究[J].工程建设与设计,2021(4):76.
 - [4]徐文明,方毅浣,徐亦丹.垃圾焚烧发电厂的活性炭装置车间消防设计分析[J].吉林电力,2021(1):65.
- 作者简介:方生龙(1988-),男,汉,籍贯,湖北天门、最高学位,本科、职务职称,中级工程师,主要研究方向或主要从事工作,电气工程。