

# 变频器在电厂 25 MW 发电机调相运行中的应用

江建明

(四川电力试验研究院, 四川成都 610072)

**摘要:** 探讨了发电机改调相机的各种启动方式及存在的问题, 并提出了一种新的启动方式——变频器启动方式。

**关键词:** 发电机; 调相运行; 变频器启动

## 1 发电机改调相机的意义

四川电网丰水期水电厂弃水严重, 要求尽可能减少火电开机, 但位于负荷中心的火电机组大量停运后, 电网的电压稳定水平大大降低, 限制了线路输送潮流并直接威胁电网安全运行。为了进一步提高电网安全运行水平, 同时努力多发水电, 在电网负荷中心开展发电机组调相运行工作是十分必要的。成都热电厂位于电网负荷中心, 将 25 MW 发电机调相运行可以有效地稳定系统电压。发电机由系统提供少量有功, 在高峰负荷时发电机发感性无功, 在低谷负荷时发电机吸收感性无功。

## 2 发电机改调相机的技术方案、措施

汽轮发电机改调相机运行可供选择的启动方式主要有: 设辅助电动机带发电机启动; 变频同步启动; 变频异步启动等方法。

### 2.1 设辅助电动机带调相机启动

对于发电机改为永久性调相机可采用此方案, 可将汽轮机拆下, 装设辅助电动机。对于临时性调相机不采用此方案, 因为此方案需增加投资, 且辅助电动机无法与发电机连接。

### 2.2 变频同步启动

该方案采用一台发电机作为启动机组, 另一台发电机作为调相机, 该两台发电机与系统解列, 但该两台机需有电气连接, 启动机组启动前需用备用励磁机向这两台机提供励磁电流, 启动机组励磁电流约为额定空载励磁电流的 100%, 调相机的励磁电流约为额定空载励磁电流的 50%。启动机组用汽轮机冲转后缓慢提速, 同时增加调相机励磁电流, 使之随转速逐步增加。在励磁电流增加过程中应密切关注这两台发电机电压, 使电压不要超过允许值。当机组转速达到额定转速后, 升高启动机组和调相机的主励磁机输出电压, 使之与备用励磁机输出电压一致, 此时将主励磁机与备用励磁机并联运行供给发电机励磁电流, 逐渐增加主励磁机的输出电流同时减少备用励磁机的输出电流, 直至完全由主励磁机提供发电机励磁电流, 然后切除备用励磁机。在 110 kV 或 220 kV 系统中母联开关处与系统并列, 可采用准同期并列。并列后根据调度安排启动机组继续运行或停机备用。

该方案属于同步启动, 对发电机冲击较小, 是目前最成熟的、最安全的方案, 电厂必须有两台备用励磁机。而成都热电厂仅有一台备用励磁机, 需增加一台备用励磁机或一套可控硅整流励磁调节装置。

## 2.3 变频异步启动

该方案基本同变频同步启动，区别在于调相机组在启动前不加励磁电流，需将调相机组励磁绕组短路，增设一台短路开关。

在调相机启动过程中定子旋转磁场与转子磁场存在转差，会产生异步转矩，同时由于磁阻效应存在同步转矩，该两转矩之和将调相机启动。在升速过程中同步转矩会增加，当同步转矩足以克服制动转矩时，发电机将进入同步运行状态。但调相机由异步进入同步需一定的时间。在异步运行阶段，发电机转子铁芯和线圈会产生滑频电流，在滑差较小时，转子铁芯涡流遍布转子本体，较为分散，不会对转子造成大的危害，当滑差较大时，转子表面存在集肤效应，涡流集中在转子表面，对转子有一定的危害。

在以上方案中，应优先选用变频同步启动方案，变频异步启动方案尚需作进一步研究方可实施。

## 3 发电机改调相机运行存在的问题

- 1) 电厂仅有一台备用励磁机，而变频同步启动时需要两台备用励磁机；
- 2) 油系统需增加一台低压油泵；
- 3) 发电机全停运，作调相机运行的发电机需专门启用一台循环水泵提供发电机冷却介质，相关公用设备要参加运行，运行成本较高；
- 4) 发电机有功表需改造成双向表，需加装电度表计量因调相运行消耗的电量；
- 5) 调相运行的发电机对轮和汽轮机对轮需解开，并吊开汽机转子，汽机转子和汽缸存在保养问题；
- 6) 发电机油系统和汽机前缸油系统需断开；
- 7) 发电机作调相运行时，转子轴向无限位，可能窜轴。

## 4 利用变频器启动调相机

变频调速主要有“高一低一高”和“高一高”变频调速两种，“高一低一高”变频调速装置将 50 Hz 交流变成低压，经整流后，用 IGBT 逆变成可调频率的正弦波，用变压器升压。“高一高”变频调速装置则少了一级变压器，用堆波方式串联形成高电压。目前基本上均采用“高一高”变频方式。

“高一高”变频调速装置由切分装置（输入隔离变压器）、变换装置（功率单元）和控制装置组成。每个功率单元由切分装置的二次绕组分别供电，输出电压为，每相多个功率单元串联以后形成正弦波。控制单元经光纤隔离串入带高电压的变换装置，每个功率单元外壳电位逐级抬高形成高压。

变频器输出电压频率可调，从 0 到 50 Hz。用变频器启动调相机时，先将调相机与系统解列，启动前需用备用励磁机向调相机提供励磁电流，调相机的励磁电流约为额定空载励磁电流的 50%。从 0 Hz 开始，逐渐升高变频器频率和电压，便可将调相机启动，同时增加调相机励磁电流，使之随转速逐步增加。在励磁电流增加过程中应密切关注调相机电压，使电压不要超过允许值。当调相机转速达到额定转速后，升高调相机的主励磁机输出电压，使之与备用励磁机输出电压一致，此时将主励磁机与备用励磁机并联运行供给发电机励磁电流，逐渐增加主励磁机的输出电流同时减少备用励磁机的输出电流，直至完全由主励磁机提供调相机励磁电流，然后切除备用励磁机和变频器。在 110 kV 或 220 kV 系统中母联开关处与系统并列，可采用准同期并列。

---

要启动成都热电厂 25 MW 发电机，变频器功率应大于发电机损耗，假设发电机额定效率为 98%，则总损耗为 500 kW。因此只需装设一台容量大于 500kW 的变频器便可启动发电机。假设装设变频器容量为 600 kW，则估计变频器费用为 100 万元。调相机启动次数较少，若用一台专门的变频器启动调相机，则利用率太低，可考虑借用电厂作其它用途的变频器来启动调相机。如能将电厂华能 200 MW 发电机组锅炉引送风电机改造成变频调速，则 25 MW 发电机改调相运行时便可借用。因为 200 MW 发电机组锅炉引送风电机电压为 6 kV，容量大于 600 kW，25 MW 发电机定子电压为 6.3 kV，变频器电压和容量均满足要求。当然，尚需增加电缆接线和开关设备。

利用变频器启动调相机有如下优点：投资省，操作简单，启动对电机冲击小，启动费用低，启动调相机十分方便，是最好的一种启动方式。

这种启动方式还未实践，是本人的大胆设想，作深入探讨后不妨可以试一试。

WWW.SHEJIS.COM