

发电厂厂用电系统可靠性分析及改进

邬金海

(浙江国华浙能发电有限公司, 浙江 宁海 315612)

摘要: 电气系统是发电厂的重要组成部分, 与发电厂运行的可靠性、灵活性和经济性密切相关, 稳定可靠的厂用电源也是机组稳定运行的必要条件。介绍了大型火力发电厂的电气系统, 并着重从设计思路、接线方式、可靠性改进等方面阐述了电气系统运行时可能存在的风险及解决方案。

关键词: 电气系统; 接线方式; 可靠性; 改进

中图分类号: TM645

文献标志码: B

文章编号: 1007-1881(2012)12-0070-03

Analysis and Improvement of Auxiliary Power System in Power Plants

WU Jin-hai

(Zhejiang Guohua Zheneng Power Generation Co., Ltd, Ninghai Zhejiang 315612, China)

Abstract: The electrical system is an important part of the power plant, it is closely related to reliability, flexibility and economic efficiency of power plant operation. Stable and reliable auxiliary power supply is also necessary for stable operation of units. This paper has a discussion on electrical system of large thermal power plants and emphatically expounds risks in safe operation of electrical system and the solutions in terms of designing ideas, wiring mode and reliability improvement, etc.

Key words: electrical system; wiring mode; reliability; improvement

1 系统介绍

宁海发电厂共装机 $4 \times 600 \text{ MW} + 2 \times 1\,000 \text{ MW}$, 分两期完成。一期 4 台 600 MW 机组均采用发变组单元接线, 通过 2 条 500 kV 出线接至当地的 500 kV 宁海变电站, 一期 500 kV GIS 采用 1 个半断路器接线, 设 3 个断路器完整串和 1 个不完整串, 不完整串接高压备用变压器(以下简称备变)。每台机组的 6 kV 厂用母线分 A、B 两段, 分别对应 2 台高压厂用变压器(以下简称厂变) A 和 B 的低压侧。发电机出口装设断路器, 高压厂变接在主变压器(以下简称主变)低压侧。二期 2 台 1 000 MW 机组主接线方式与一期类似, 发电机出口设断路器, 但 GIS 共设 2 个完整串。每台机组的 6 kV 厂用母线分别接自对应的高压厂变低压侧绕组, 高压厂变接在主变低压侧。

一、二期 6 台机组共用 1 台停机/备用变压器, 因正常运行时的厂用工作电源(通过主变低压侧的高压厂变取得)和备用电源皆引自一期的 500

kV 母线, 供电可靠性相对不足。

公用系统在二期建设时即考虑了后续工程的容量, 如二期工程的淡水补给、制氢设备及循环水系统等, 此设计虽有节省投资、节约征地、降低运行维护费用、提高效率等优点, 却对一期电气系统的运行可靠性提出了更高要求。

2 设计说明

一期工程电气系统主接线有以下特点:

(1) 发电机出口装设断路器, 电气系统主接线清晰合理、运行操作简化, 事故处理方便迅速; 可减少厂用备变的台数和容量, 使机组调试和维护阶段更加方便; 避免了机组跳闸时厂用电切换带来的风险; 简化继电保护接线; 缩短故障恢复时间, 提高机组可用率。

(2) 备变取自 500 kV 母线, 未采用专用线路供电, 减少了在电力系统基础容量方面的投入。

(3) 一期工程机组 6 kV 电源设有通过输煤段母线相互联络的暗备用通道。

(4)考虑特大型火力发电厂扩建时,500 kV出线系统将接至不同的变电站,因此,二期建设时可不考虑新增备变,将一期备变作为二期的备用电源,即使二期500 kV 升压站全停,也不影响机组的安全停机电源。

3 风险评估

宁海发电厂地处海边,出线走廊沿海边山丘布置,线路因雷击或污闪的跳闸率较高,一期厂用电系统在极端工况下安全停机存在薄弱环节。可能出现的恶劣工况有以下几方面:

(1)由于系统原因或自然灾害导致一期500 kV 系统失电,厂用电系统全部停电,淡水补给系统、循环水系统和制氢系统不能正常运行,将造成6台机组被迫停机,全厂对外出力全停。

(2)当备变退出运行时,或1台机组或1段6 kV 母线快切动作后,其它机组的快切将退至手动状态,此时若其它机组再发生厂用电源失去,将只能通过柴油发电机(以下简称柴发)带保安段来进行事故停机。

(3)机组厂用电失电事故停机时,如果该机组柴发启动失败,将会失去交流保安负荷,只能依靠直流电源保住部分重要负荷,如主机、小机等的润滑油泵,除非直流电源相当可靠,否则易造成4台机组外围系统的设备损坏。同时,由于检修电源和大部分照明电源失去,也给机组系统恢复、故障处理带来极大影响。

4 解决方案

4.1 连通一、二期6 kV 母线

一期2条500 kV 出线失电将造成一期的全厂停电,如系统恢复时间较长将造成柴发长期运行及脱硫等部分设备因淤积而启动困难。二期工程投运后,2台1000 MW 机组出线接至另一座500 kV 升压站,可视为不同供电电源点,具备了统筹考虑全厂6 kV 电源联络方案的条件。联络方案如图1所示。

该方案充分利用二期工程投运后500 kV 系统有2个电源点的有利情况,除将一期的备变用作一、二期6 kV 的备用电源外,还利用一期4台机组6 kV 母线的暗备用通道,从二期6 kV 母线通过输煤段母线为一期4台机组提供停机电

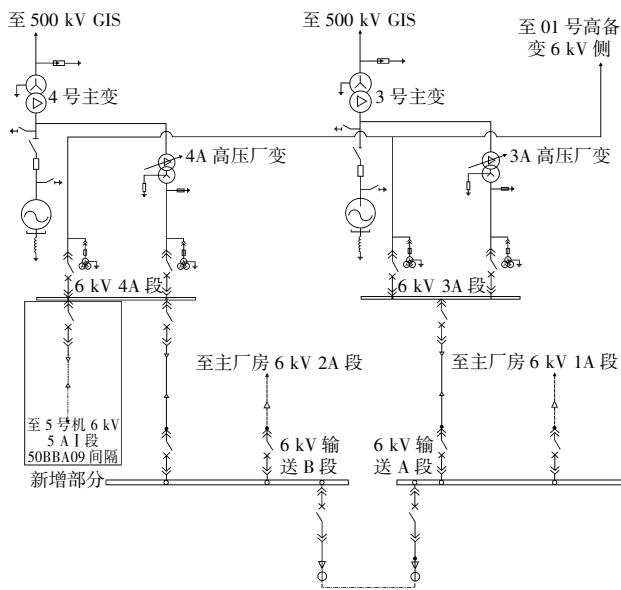


图1 6 kV 母线联络方案

源,只要一、二期4条500 kV 出线中任一条仍与系统联络,就可实现厂用电源间的倒换。该方案的备用电源供电范围较广,联络后还能保证在应急情况下对脱硫吸收塔搅拌器、设备检修、照明用电等设施供电;同时,因仅启用了现有4号机和5号机6 kV 备用间隔,因此投资少、施工量小,施工过程也不会影响机组安全运行。

4.2 保安电源间互联

发电厂保安电源是在全厂停电时,为了保证机组顺利停机,不至于损坏设备而设置的电源,是保护重要设备的最后供电电源。一期每台机组均设置了3段保安母线:保安MCC A段、B段和脱硫保安MCC 母线。每段保安MCC 有3路电源:工作电源、备用电源及柴发保安电源。机组厂用电全失时保安电源均由柴发快速启动供电,柴油机组为独立系统。

要提高保安电源可靠性,必须从两方面入手:柴油发电机定期启动,及时发现缺陷;柴油发电机双重化。柴油发电机利用率很低,如果再购置1台,虽可提高保安电源可靠性,却造成资源浪费。因此可利用现有资源,将相邻机组保安电源进行联络,即将机组的保安母线两两相联,只要任一机组的保安电源启动成功,则取自该2段保安母线的负载均能获取电源。

4.3 提高500 kV GIS 的MCC 供电可靠性

宁海发电厂一期4台600 MW 机组通过500

kV 强宁 5423 线、强海 5424 线接入宁海变电站，如果 GIS 的 MCC 电源 A、B 段母线(原设计分别由汽机 PC1A 和 3A 段供电)失电，故障时因 500 kV GIS 开关多次跳合闸(自动重合闸及强送)造成低油压闭锁开关动作，即使系统恢复供电，也将因打压油泵电源失去、低油压闭锁开关不能合闸而影响 500 kV GIS 系统的迅速恢复。

改造措施：为了防止 GIS 低油压闭锁开关操作，GIS 的 MCC 电源 A、B 段在原接线基础上各引 1 路机组保安电源作为事故应急电源。正常运行时，GIS 的 MCC 由汽机 PC 段供电，事故应急电源处于冷备用状态。全厂停电时，GIS 的 MCC 母线改由事故应急电源供电，待全厂恢复供电后，再将 GIS 的 MCC 恢复至正常供电方式。

4.4 提高脱硫吸收塔搅拌器电源供电可靠性

每台机组脱硫 MCC 设计为单母线，脱硫系统的 6 台吸收塔搅拌器均由此母线供电。本机组的厂用电中断及脱硫 MCC 母线一旦失电，将导致 6 台吸收塔搅拌器全部失电，长时间失电将导致吸收塔淤积，脱硫系统短期内无法恢复运行。

改造措施：为了提高脱硫系统运行可靠性，对脱硫吸收塔搅拌器的供电方式进行改造。1 号、2 号机 400 V 脱硫系统增设 400 V 脱硫公用 MCC A 段母线，3 号、4 号机 400 V 脱硫系统增设 400 V 脱硫公用 MCC B 段母线，电源分别取自每台机组的 400 V 脱硫 PC A 段，将吸收塔 A、C、E 搅拌器电源由脱硫 MCC 供电改为由 400 V 脱硫公用 MCC 段供电。如此，可保证任意 1 台机组的厂用电中断时，其脱硫吸收塔至少有 3 台搅拌器运行，同时，运行人员也可立即变更脱硫公用 MCC 段的供电方式，恢复另 3 台搅拌器的运行。

4.5 优化全厂电气接线布置

优化制粉系统供电接线，将 A、C、E 磨煤机电源接至 A 段母线，B、D、F 磨煤机接至 B 段母线，同时，各给煤机电源与磨煤机接至同一组 6 kV 母线变压器。这样，即使发生一段 6 kV 母线失电故障，至少仍有 3 台磨煤机继续运行，可避免相邻燃烧层同时灭火，提高锅炉燃烧稳定性，

同时还提高了机组 RB 动作的成功率。

发生 500 kV 线路区外故障时，厂内电压下降较多，即使区外线路保护正确动作或重合成功，厂内仍会有部分由接触器供电和使用变频器的设备将被迫停电。为此，对由接触器控制的部分设备增设了延时跳闸回路，并对重要设备的控制电源采用直流系统供电，同时优化变频器参数，解决了此类问题。

考虑到一期工程承担公用系统供电过于集中，为此，在二期工程建设时从二期取用电源供新增的 D 列制水设备电源等公用系统，提高了一、二期公用系统的可靠性。

4.6 完善厂用电快切装置切换方式

为避免厂用电切换中残压切换和长延时切换对备变的冲击，经计算后确认：退出 6 kV 快切装置中的残压切换和长延时切换，只保留快切及同期切换方式。若快切失败，运行人员在确认该母线 6 kV 电机低电压跳闸后，可手动合上 6 kV 备用电源进线开关，保证备变的安全运行。

4.7 提高 35 kV 淡水补给水电源的可靠性

针对淡水电源 35 kV 线路雷击跳闸率高的问题，经研究分析，针对性地采取了降低杆塔接地电阻、加装线路避雷器、启用线路重合闸、更换出线开关等措施，将雷击次数由投产时的年均十余次下降至 1~2 次，提高了机组的运行可靠性。

5 结语

发电厂厂用电系统的稳定可靠是发电厂安全稳定运行的基础，因此，应该兼顾系统条件，结合电厂实际情况，加强运行和设备管理，通过可靠性改造提高电气系统的运行稳定性和厂用电系统的供电可靠性。

收稿日期：2012-08-14

作者简介：郭金海(1962-)，男，浙江宁波人，高级工程师，长期从事发电厂技术管理工作。

(本文编辑：徐 晗)

努力超越 追求卓越