

## 660 M W 机组高压厂用电源切换存在问题分析及对策

刘 麟

(宁夏京能宁东发电有限责任公司, 宁夏 银川 750400)

**摘 要:** 针对 660 M W 发电机组高压厂用电源切换存在的问题, 引入微机型厂用备用电源快速切换装置, 根据机组不同运行方式, 提出厂用快速切换装置投入方案, 实现了 2 台机组厂用电快速切换和选择性切换。应用结果表明: 该方案可以保证机组高压厂用电系统的安全运行, 适用于对供电可靠性要求较高且两路供电电源不能快速切换的场合。

**关键词:** 660 M W 发电机组; 高压厂用电; 停机变压器; 快速切换装置

**中图分类号:** TM621.4 **文献标志码:** B **文章编号:** 1672-3643(2016)02-0047-04

**有效访问地址:** <http://dx.doi.org/10.3969/j.issn.1672-3643.2016.02.011>

### Analysis and countermeasure on problem of HV auxiliary power supply switching for 660 M W generating unit

LIU Lin

(Ningxia Jingneng Ningdong Power Generation Co., Ltd., Yinchuan Ningxia 750400, China)

**Abstract:** Aiming at the problem of high-voltage auxiliary power supply switching in 660 M W power plant, adopts the micro-controlled auxiliary power supply fast switching device, according to the unit different operation mode, puts forward the switching scheme of auxiliary power supply fast switching device, realizes fast switching and selective switching of two units. The application result shows that this scheme can guarantee safe and stable operation for the high-voltage auxiliary power supply system of units, it be suitable for the high reliability power supply and the two way power source fast switching.

**Key words:** 660 M W; high-voltage house power supply; shutdown transformer; fast switching device

**DOI:** 10.3969/j.issn.1672-3643.2016.02.011

某电厂 2 台 660 M W 发电机组采用发电机-变压器组单元接线, 升压后经 750 kV 母线(1 个半断路器接线)和两回输电线路向系统供电。每台发

电机( $U_n=20$  kV)设出口断路器, 每台机组设有 1 台高压工作变压器( $S_n=50$  MVA)和 1 台高压公用变压器( $S_n=25$  MVA), 直接由发电机出口断路器

---

收稿日期: 2016-01-26

作者简介: 刘麟(1976), 男, 工学硕士, 高级工程师, 从事发电厂继电保护技术管理工作。

引接电源。2 台机组公用 1 台停机变压器 ( $S_n = 31.5 \text{ MVA}$ ), 电源由附近变电站 110 kV 配电装置引接。每台机组设置 3 个 6 kV 段, 1 台高压工作变压器带 2 个 6 kV 段, 1 台高压公用变压器带 1 个 6 kV 段。高压厂用 6 kV 段工作电源由高压工作变压器和高压公用变压器供给, 备用电源由停机变压器供给。

## 1 问题的提出

机组自 2011 年 3 月投产后, 电厂运行人员进行正常高压厂用电源切换操作时, 出现了几次高压厂用电切换速度慢和切换不成功的情况, 影响到了机组厂用电的安全。此外, 电厂选择额定容量为 31.5 MVA 的停机变压器作为 2 台机组 6 kV 段的备用电源, 一旦 750 kV 系统或 2 台机组发电机变压器组 (以下简称发变组) 系统同时发生故障, 停机变压器将承受 2 台机组事故情况下的厂用负荷, 会引起停机变压器过载, 甚至烧毁, 存在较大安全隐患。

## 2 原因分析

### 2.1 切换速度慢及切换不成功

电厂原设计没有考虑给机组 6 kV 工作电源与备用电源切换设计备用电源自动投入 (简称备自投) 或快速切换装置, 仅通过电气二次回路之间的闭锁逻辑来进行切换。

图 1 是机组 6 kV 段工作电源开关 1DL 与备用电源开关 2DL 相互闭锁合闸回路图。

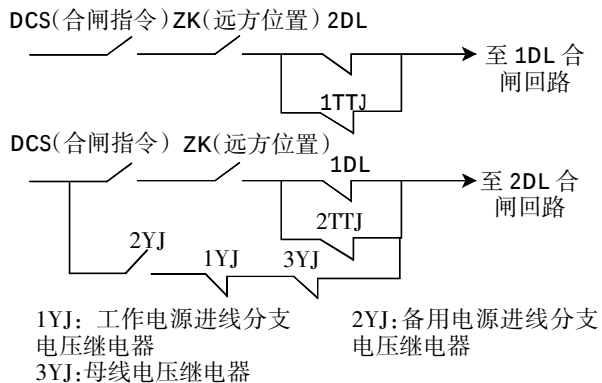


图 1 工作电源开关与备用电源开关相互闭锁合闸回路

(1) 当 2DL 处于断开状态时, 在机组分布式控制系统 (Distributed Control System, DCS) 上发合闸令直接将 1DL 合闸, 给母线供电; 当 2DL 处于合闸状态时, 在机组 DCS 上发合闸令不能直接将 1DL 合闸, 还要经过同期检定闭锁继电器 1TTJ 接点来闭锁, 当两侧电压满足同期条件后, 才能顺利将 1DL 合闸, 然后手动将 2DL 分闸, 实现由备用电源向工作电源的切换。

(2) 当 1DL 处于断开状态时, 在机组 DCS 上发合闸令直接将 2DL 合闸, 给母线供电; 当 1DL 处于合闸状态时, 在机组 DCS 上发合闸令不能直接将 2DL 合闸, 还要经过同期检定闭锁继电器 2TTJ 接点来闭锁, 当两侧电压满足同期条件后, 才能顺利将 2DL 合闸, 然后手动将 1DL 分闸, 实现工作电源向备用电源的切换。

由于同期检定闭锁继电器 1TTJ 和 2TTJ 采用传统的电磁型继电器<sup>[1]</sup>, 采样精度较低, 两侧电压比较幅值差和相角差的整定定值适应范围小, 同期条件要求严格, 检定两侧电压同期的时间较长, 造成 1DL 或 2DL 合闸时间较长, 影响切换速度。当两侧电压由于某种原因较长时间不满足同期条件, 就导致了厂用切换不成功情况出现。

### 2.2 停机变压器过载

工程基建期, 考虑电网征收备用变压器占容费 (实际上自机组投产以来, 一直没有征收), 为节省工程投资, 西北电力设计院根据文献[2]中“当发电机出口装有断路器或负荷开关时, 4 台及以下机组可设置 1 台高压厂用起动/备用变压器, 其容量可为 1 台高压工作变压器的 60%~100%”要求, 按照电厂高压工作变压器额定容量 63% 选择停机变压器, 而不是按照高压工作变压器额定容量 100% 选择停机变压器 (高压工作变压器额定容量为 50 MVA,  $50 \times 63\% = 31.5 \text{ MVA}$ )。当 2 台运行机组其中一台在额定负荷下突然事故跳闸<sup>[3]</sup>时, 跳闸机组高压厂用负荷大约 25~26 MW (相当于 29.41~30.59 MVA, 功率因素 0.85), 停机变压器最多只能供给一台机组全部厂用电负荷, 不能同时给 2 台机组提供厂用备用电源。也就是说容量为 31.5 MVA 的停机变压器在 750 kV 系统和 2 台机组发电机-变压器组系统同时发生故障情况下会过载运行, 甚至烧毁, 存在较大安全隐患。

另外,根据文献[4]相关规定,停机变压器 110 kV 高压侧开关长期处于合闸状态,机组正常运行时,低压侧 6 台开关处于热备用状态。当机组发变组系统发生故障时,电气二次相关回路控制停机变压器低压侧开关合闸。开关合闸过程:在图 1 中,当 1 台发变组系统故障时,相关继电保护动作将 6 kV 段工作电源开关 1DL 开关跳闸,此时工作电源进线分支和母线均没有电压,备用电源进线分支有电压,1YJ、3YJ 失电不动作,2YJ 带电动作,将 2DL 合闸,厂用三段母线由停机变压器串带。同理,当系统或 2 台发变组系统故障时,厂用六段母线均由停机变压器串带。在上述情况下,备用开关合闸逻辑回路无法有选择性地控制开关合闸,考虑到停机变压器容量情况,若按照原有开关合闸逻辑使开关合闸就会造成停机变压器过载。

综上分析,现有切换回路中同期继电器采样精度低是造成切换速度慢和切换不成功的根本原因,停机变压器设计容偏小和低压侧开关合闸回路没有选择性是造成事故情况下停机变压器过载安全隐患的根本原因。

### 3 解决方案

#### 3.1 实现快速切换功能

##### 3.1.1 快速切换需要满足的条件

根据文献[5]中“备用电源和备用设备的自动装置”相关条款要求,快速切换需要满足如下技术要求:

- (1)电压、电流采样精度高;
- (2)能根据采集的电压、电流、开关位置等信息,自动准确地判别厂用系统运行方式,图形化和可视化;
- (3)具备所有的切换准则和切换模式,满足正常切换、非正常运行工况切换、事故切换时的任意选择,对不满足条件的情况要具备闭锁功能,防止误切换;
- (4)所有与切换有关的定值均可实现整定;
- (5)切换可靠,切换速度快;
- (6)能与 DCS、发变组保护装置具备接口功能;
- (7)具备录波和事件追忆功能;
- (8)微机化的备自投装置或快速切换装置,在电力行业有较广泛的应用。

##### 3.1.2 快速切换功能实现

严格按照 3.1.1 中的条件,为每台机组高压厂用 6 kV 每段工作电源新增 1 台厂用快速切换装置,并对开关联锁合闸回路进行变更。确定选用深圳国立智能电气生产的 SID-8BT-A 快速切换装置。图 2 是增加快速切换装置后 6 kV 段工作电源开关 1DL 与备用电源开关 2DL 相互闭锁合闸回路。

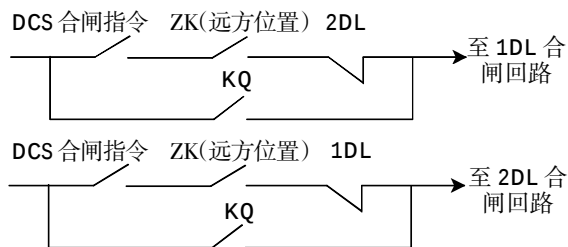


图 2 增加快速切换装置后工作电源开关与备用电源开关相互闭锁合闸回路

如图 2 所示,1DL 和 2DL 的正常合闸仍通过在机组 DCS 上发合闸令的方式实现合闸,正常时厂用电由工作电源向备用电源切换时,快速切换装置 K 快速动作后先发出合闸指令将 2DL 合闸,然后发出指令将 1DL 分闸;正常时厂用电由备用电源向工作电源切换时,快速切换装置 K 快速动作后先发出合闸指令将 1DL 合闸,然后发出指令将 2DL 分闸;当机组事故时,快速切换装置 KQ 快速动作后先发出跳闸指令确认将 1DL 分闸,然后快速发出指令将 2DL 合闸,保证厂用电不失电。

此外,根据现场情况,确定机组 6 kV 段正常切换时选用并联切换模式,事故切换时选用串联切换模式。事故切换只考虑单向切换,不能双向切换,即只能由工作电源向备用电源切换。

#### 3.2 实现选择性切换功能

停机变压器设计容量较小已是不争的事实,根据目前条件,电厂无法对停机变压器进行增容更换。在停机变压器现有容量下,为了有效防止停机变压器在带机组厂用电运行时过载,必须改进投入对策,对机组厂用快速切换装置进行有选择性地投入,而不是无选择性地全部投入。

##### 3.2.1 2 台机组同时运行时,选择性切换功能实现

(1)考虑 1 台机组事故情况时,为保证厂用电的安全,设计电气硬接线闭锁回路<sup>[6]</sup>,使 2 台机组厂用快切装置相互闭锁,具体的闭锁回路如图 3 所示。

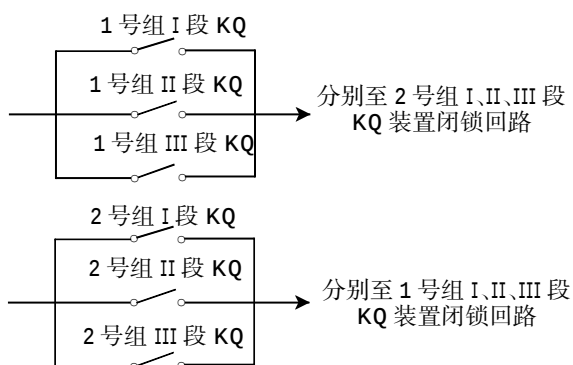


图3 2台机组快切装置电气闭锁回路

当1号机组的任意一段(三取一)快切装置动作后立即发出闭锁2号机组3台快切装置的信号,当2号机组的任意一段(三取一)快切装置动作后立即发出闭锁1号机组3台快切装置的信号,以有效防止停机变压器过载。

(2)考虑极端情况2台机组同时故障时,在保证停机变压器不过载的情况下,每台机组6 kV段投入1台快切装置,且将相互闭锁的功能压板解除,确保在事故发生时每台机组有一段6 kV厂用电不失电,保证机组停机安全。

### 3.2.2 1台机组停机检修或主变压器停电时,选择性切换功能实现

当1台机组检修或主变压器停电时,检修机组的厂用电(保安负荷)已由停机变压器串带,另一台运行机组6 kV厂用段只投入2段快切装置,第三段快切装置不投入,检修机组的厂用快切装置全部退出。

### 3.2.3 停机变压器检修时,选择性切换功能实现

当停机变压器因检修工作停运时,退出2台机组6 kV厂用段所有快切装置,退出发变组保护装置上的“启动厂用快速切换”出口压板。

在上述3种情况下,每台机组厂用快切装置的投入与退出,必须与对应机组的发变组保护装置上的“启动厂用快速切换”出口压板投退状态保持一致,必须根据机组运行方式正确投退厂用快切装置的相应压板。此外,为保证厂用电运行的安全,要求将上述要求明确写入电气运行操作规程。

## 4 效果评价

电厂分别于2014年7月、2015年8月,利用

机组检修机会,对1、2号机组新增了厂用快速切换装置。方案实施后,对1号机组高压厂用电切换速度、停机变压器所带最大负荷2个指标进行效果评价。

(1)通过与电厂1号机组自2011年3月投产以来厂用电切换速度、不成功次数两项指标进行对比(见表1),1号机组在增加厂用电快速切换装置后,厂用电切换速度较以前大幅提高,再没有出现切换不成功的情况。

表1 1号机组增加快速切换装置前后效果数据对比

| 项目  | 切换速度/ms    |             |              | 不成功次数/次    |             |              |
|-----|------------|-------------|--------------|------------|-------------|--------------|
|     | 6 kV<br>I段 | 6 kV<br>II段 | 6 kV<br>III段 | 6 kV<br>I段 | 6 kV<br>II段 | 6 kV<br>III段 |
| 实施前 | 465        | 470         | 485          | 1          | 1           | 3            |
| 实施后 | 265        | 267         | 270          | 0          | 0           | 0            |

(2)对改进后3种运行工况下停机变压器所带的最大负荷与改进前停机变压器所带的最大负荷进行对比(如表2所示),改进前,当系统或2台机组同时故障情况和1台机组检修(本台机组检修时,负荷按照检修和照明变压器额定容量计算)另外一台机组故障情况下,停机变压器最大负荷分别为61.18 MVA和32.19 MVA,超过了停机变压器额定容量31.5 MVA。改进后,上述情况下,停机变压器最大负荷为30.59 MVA,没有超过停机变压器额定容量31.5 MVA,有效防止了停机变压器过载。

表2 改进前后停机变压器所带最大负荷数据对比

| 运行工况             | 停机变压器所带最大负荷/MVA |             |
|------------------|-----------------|-------------|
|                  | 改进前             | 改进后         |
| 一台机组运行,另一台机组突然故障 | 29.41~30.59     | 29.41~30.59 |
| 系统或2台机组同时故障      | 58.82~61.18     | 29.41~30.59 |
| 一台机组检修,另一台机组故障   | 31.01~32.19     | 29.41~30.59 |

## 5 结论

(1)660 MW 机组高压厂用电源切换回路中同期继电器采样精度低是造成切换速度慢和切换不成功的根本原因,停机变压器低压侧开关合闸回路没有选择性是造成事故情况下停机变压器过载的根本原因。(下转第60页)