

# 无功优化 TOP3000 系统操作异常的分析及改进措施

袁小红, 刘洪英

(常州供电公司调度控制中心, 江苏 常州 213003)

**摘 要:** 电压和主变力率是电网考核的重要指标。本文介绍无功优化系统在常州电网监控应用后, 对系统操作异常的现象进行原因分析, 对系统的数据处理功能和部分程序进行改进。

**关键词:** 无功优化系统; 操作异常; 分析; 改进

## 0 引言

江苏省电力公司从上世纪九十年代初开始实施变电站无人值班工作。变电站实施无人值班、集中监控大大提高了劳动生产率。近几年常州电网发展十分迅速, 变电站和设备数量大幅增加, 常州供电公司到 2011 年年底 220kV 及以下变电所 146 座。电压是电能质量的重要指标。电力系统的无功补偿与无功平衡是保证电压质量的基本条件, 有效地控制和合理的无功补偿, 不仅能保证电压质量, 而且能提高电力系统运行的稳定性和安全性, 降低电网电能损耗, 提高电网设备输电能力, 充分发挥电网运行经济效益。主变力率也是电网的重要指标, 提高主变力率不仅能充分利用设备容量, 也能降低电网损耗, 提高电网的经济效益。公司决定应用 TOP3000 无功优化系统, 并从 2011 年 10 月开始正式应用 TOP3000 系统。

## 1 无功优化 TOP3000 系统操作异常的分析

### 1.1 无功优化 TOP3000 系统操作失败的分析

#### 1.1.1 无功优化 TOP3000 系统操作失败的现象

2011 年 11 月 16 日, 常州地区监控班 TOP3000 系统在 7:00—8:00 时之间发崔南变 1 号主变操作失败, 崔南变 2 号主变操作失败, 春江变 1 号电容器操作失败等 15 条操作失败告警信号; 同时 OPEN3000 系统发崔南变 10kV I 段母线 Uab 越正常上限, 限值: 10.700 实值: 10.756, 崔南变 10kV II 段母线 Uab 越正常上限, 限值: 10.700 实值: 10.724, 春江变力率不合格等 5 条越限及力率不合格信号。查询系统当时的操作记录和信号, 发现有两次操作失败是由于档位遥测上传时间比较慢, 超过了 TOP3000 系统设定的反馈时间 2min, 被误判为操作

失败, 另外 13 次操作失败在 OPEN3000 系统中没有查询到相应的操作信息。

#### 1.1.2 无功优化 TOP3000 系统操作失败的原因分析

OPEN3000 系统对无功优化系统操作指令的返校时间设置最长为 10s, 如果设备的返校时间大于 10s, OPEN3000 系统会自动撤销本次操作指令, 同时反馈给无功优化系统本次操作失败。无功优化系统向 OPEN3000 系统发遥控命令时, OPEN3000 系统会启动一个遥控子进程, 如果同一时刻发送多条指令, 就存在多个子进程。各个遥控指令的返校时间差异很大, 而各个子进程接收返校指令无选择性, 这就导致返校指令的错位, 从而发生因误接其它子进程的返校失败令导致本身子进程操作失败, 或误接其它子进程的返校成功指令而本身子进程的返校指令并未反馈而造成操作失败。比如 OPEN3000 同时启动两个遥控指令, 第一个子进程返校返回时间短。当第一个子进程返校失败时, 第二个子进程可能会接收到第一个子进程的遥控失败令, 导致第二个子进程操作失败; 而第一个子进程由于收不到自己的返校命令, 10s 后撤销遥控命令, 操作失败, 这就导致两个遥控同时失败。所以原 TOP3000 系统接口遥控程序设定同一时刻无功优化系统只能向 OPEN3000 发一条指令, 并且两次遥控指令间隔至少 10s。TOP3000 系统主程序根据无功电压的变化可同时发出多条调节指令到接口程序中, 接口程序会按顺序每隔 10s 逐个向 OPEN3000 系统发遥控指令, 系统设定如果一个遥控指令在 50s 内接口程序未能发给 OPEN3000 系统执行操作, 判该遥控指令为无效指令, TOP3000 系统自动撤销该遥控指令, 并在 2min 后发“操作失败”信号。也就是说 TOP3000 系统接口程序的等待队列中最多只能有 5 条指令,

超过 5 条以上的指令肯定会判操作失败。

根据用电特性，负荷有明显的高峰和低谷阶段，而且过渡时间比较短。结合下面的两张图片，我们来分析负荷变化对电压的影响。

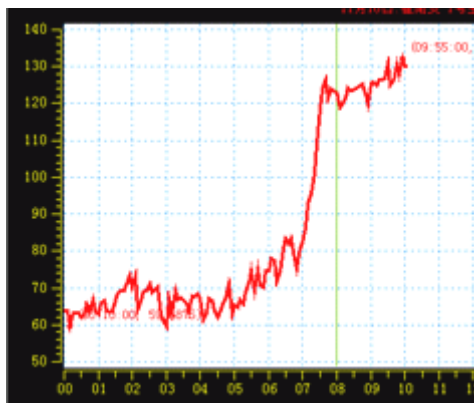


图 1 某变电站 1 号主变电流曲线图

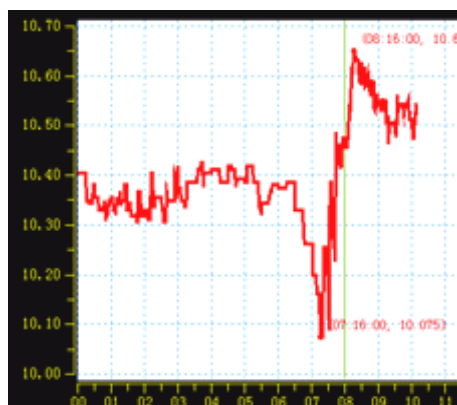


图 2 某变电站 10kV I 段母线电压曲线图

图 1、2 分别是某变电站 1 号主变电流曲线图和某变电站 10kV I 段母线电压曲线图。从图中可以看出从 6: 50—7: 50 时，主变电流从 75A 升到 128A，6: 50—7: 10 时电压从 10.33kV 降到 10.08kV，7: 10—7: 50 是电压从 10.08 kV 上升到 10.48kV。查询 TOP3000 系统信号发现系统在 7: 00—7: 50 时期间 1 号主变共升 2 档，每档档差 250V，并合了一组 5000kVAR 容量的电容器，该电容器的电压增量为 300V，从电压图中也能明显看出升档和合电容器时的电压变化。通过计算可得：某变电站 1 号主变电流从 75A 升到 128A，10kV I 段母线电压下降了 650V。根据逆调压原理，高峰期间的电压一般要高于低谷期间的电压，所以从低谷过渡到高峰期间，系统需要提高电压 650V 以上。为了能够达到高峰高电压的要求，TOP3000 系统在这期间会密集的合电容器和升主变档位。通过实际统计常州地区监控

班 2011 年 11 月共管辖变电所 144 座，平均每天 7: 00-8: 00 时之间 TOP3000 系统需要操作 250 次。11 月 16 日当天 7: 00-8: 00 时之间 TOP3000 系统共发操作指令 280 次。并发现多次同时有超过 5 条以上的操作指令等待操作，而那 13 次操作失败都是同一时间发超过 5 条的操作指令。

## 1.2 无功优化 TOP3000 系统电容器调节组不操作的分析

### 1.2.1 无功优化 TOP3000 系统电容器调节组不操作的现象

以西夏墅变为例。2011 年 10 月 12 日，21: 05 时监控收到西夏墅变 10kV I 段母线 Uab 越正常上限，限值：10.700 实值：10.713，西夏墅变 10kV II 段母线 Uab 越正常上限，限值：10.700 实值：10.719。当时的运行方式是 2 号主变停役，1 号主变供 10kV I、II 段母线。值班员打开西夏墅变一次接线图，发现 10kV I、II 段母线电压都是 10、71kV，已经越限，1 号主变有载开关在 1 档，但 1 号电容器在合位，值班员手动拉开 1 号电容器后电压恢复正常，值班员查询了 TOP3000 操作记录，TOP3000 没有发令拉开 1 号电容器的记录。值班员把这一情况及时向班组做了汇报。

### 1.2.2 无功优化 TOP3000 系统电容器调节组不操作的原因分析

图 3 是当时西夏墅变 1 号电容器接控制状态图。

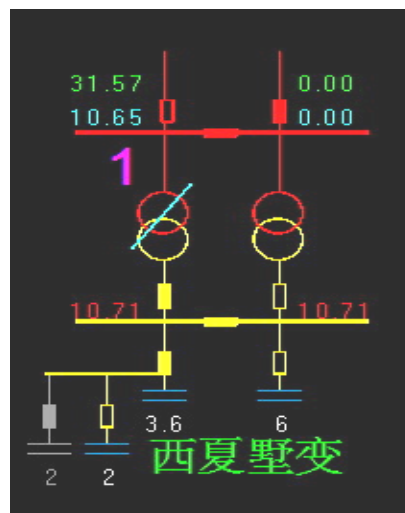
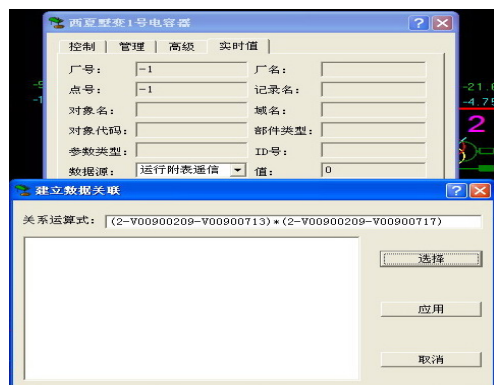


图 3 西夏墅变 1 号电容器接控制状态图

西夏墅变 1 号电容器除了基本组外，还有两个调节组，当天其中一组调解组已经在分闸位置，另外一个调节组由于遥控回路存在缺陷被人工封锁在合闸位置。

基本组和调节组采对应电容器开关的遥信值，再通过计算公式作为判断依据，当计算结果为0时，电容器不允许动作；当计算结果不为0时，电容器可以操作。



(a)



(b)

图4 调节组控制设置图

从图4中可以知道，

基本组计算公式为  $(2 - V00900209 - V00900713) * (2 - V00900209 - V00900717)$ ，

第一个调节组计算公式为  $(V00900209 + V00900713)$

第二个调节组计算公式为  $(V00900209 + V00900717)$

其中  $V00900209$  是基本组开关位置， $V00900713$  是第一个调节组开关位置， $V00900717$  是第二个调节组开关位置，当开关在合位时相应值为1，开关分位时相应值为0。

从公式得知，基本组合闸操作没有限制，无论调节组在什么状态，基本组都能进行合闸操作；基本组分闸操作条件：两个调节组开关必须全部在分位。调节组合闸操作条件：基本组开关在合位；调节组分闸操作没有限制条件。这样设置的目的是为

了满足带调节组的电容器的操作策略：带调节组的电容器合闸时必须先合基本组开关，再合调节组开关；分闸相反，先分调节组开关，再分基本组开关。这样可以充分发挥多级控制、相对容量较小、投退灵活的优势，防止由于单个电容器容量过大，相应电压增量大，而不能及时投退的问题。当天由于第一调节组因缺陷被封锁在合位， $V00900713=1$ ，基本组开关也在合位  $V00900209=1$ ，公式  $(2 - V00900209 - V00900713) * (2 - V00900209 - V00900717) = 0$ ，所以在电压越限时，TOP3000系统不发令拉开基本组开关。

## 2 无功优化 TOP3000 系统操作异常的改进

### 2.1 无功优化 TOP3000 系统操作失败的改进措施

#### 2.1.1 修改 OPEN3000 系统遥控程序

修改 OPEN3000 系统遥控程序，OPEN3000 系统能够同时接受 TOP3000 系统的遥控指令，并同时启动多个遥控子进程，在遥控子进程中增加识别功能，每个子进程只能对自己发出的遥控设备的返校命令做出反映，防止遥控子进程错误接受其它遥控子进程发出的遥控返校命令。

#### 2.1.2 修改 TOP3000 系统接口程序

修改 TOP3000 系统接口程序，删除原接口程序中只能每 10 秒中发一条指令的限制。

下面是 TOP3000 系统接口中部分控制程序：

```
SetTime = mainWnd->UpdateTime (ykset.fac,
                                ykset.yk_no, ykset.obj_str, ss);
                                if (SetTime)
                                {
                                    i--;
                                    //mainWnd->OutPutTime (( QString )
                                    ykset.obj_name+" 命令处理时间已更新为
                                    "+ss);
                                }
                                else
                                {
                                    mainWnd->OutPutTime (tr (ykset.obj_name)
                                    +tr (" 命令处理时间更新失败."));
                                    continue ;
                                }

                                ss = ykset.send_time ;
```

```
emit sendYKMsg (&ykset);
```

```
SleeperThread      :      :      msleep
(mainWnd->m_nInterspace*1000);
};
```

```
SleeperThread::msleep (500);
if (ThreadCtlExit==true)
{
mainWnd->OutPutTime (tr ("控制进程退出。
"));
```

以上程序中,加了底色部分 SleeperThread::msleep (mainWnd->m\_nInterspace\*1000);就是限制了接口程序只能每 10 秒钟向 OPEN3000 系统发一个遥控指令,其中变量 m\_nInterspace=10,在新程序应加以删除。在一个检测周期, TOP3000 系统如果判断同时有多个设备需要操作,应同时发给 OPEN3000 系统执行,这样就能可靠避免一个操作指令由于等待时间超过 50 秒未能发给 OPEN3000 系统执行而被判无效,系统判操作失败的现象发生。

## 2.2 无功优化 TOP3000 系统电容器调节组不操作的改进措施

### 2.2.1 修改电容器基本组计算公式

在日常运行中会经常发生由于各种故障,调节组开关拉不开的现象。在这种情况下直接操作基本组开关,只是投、切无功容量变大,电压变化量相应增大,并无其他障碍。所以当调节组开关不能正常分闸时,基本组开关在系统需要情况下应能正常操作。整改措施是修改基本组计算公式为  $(2 - V00900209 - V00900713 * F713) * (2 - V00900209 - V00900717 * F717)$ , 如图 5 所示。

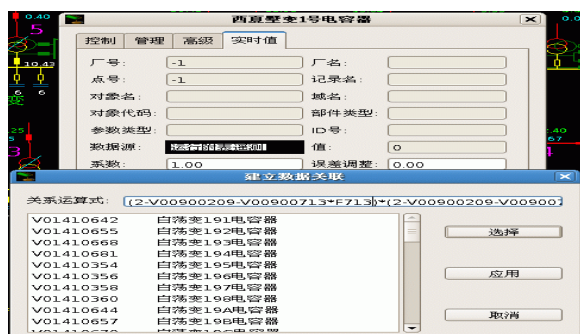


图 5 修改后电容器基本组计算公式

其中 F713 是第一个调节组封锁标志, F717 为第二个调节组封锁标志, 当相应的调节组由于人工封锁或系统操作失败等原因自动封锁时, 相应标志值为 0, 在非封锁状态时相应标志值为 1。这样在没有封锁情况下, 系统还是按原来策略进行控制, 当调节组开关发生封锁情况时, 基本组的系统判据会自动忽略该调节组, 在系统判断需要切除这组电容器的时候, TOP3000 系统能直接发令切除电容器基本组, 确保电压和力率在合格范围内。

### 2.2.2 更改电容器基本组的容量设定

原基本组设定的容量为 3.6kVAR, 电压增量设定为 0.22kV; 调节组容量设定为 2kVAR, 电压增量设定为 0.22kV, 为固定值。电容器投退计算公式修改后, 基本组投、切容量将不固定。当调节组发生故障封锁时, 基本组带调节组同时投切, 而 TOP3000 系统仍按原基本组容量计算。这将导致实际投切容量大于 TOP3000 系统需要的投切容量, 操作后的力率和电压变化大于 TOP3000 计算值, 可能引起操作后电压和力率越限, TOP3000 系统再次动作, 致使电容器的频繁投、退。所以需要更改基本组的容量设定, 把基本组固定容量和固定电压增量改为动态容量和动态电压增量。见图 6、7。

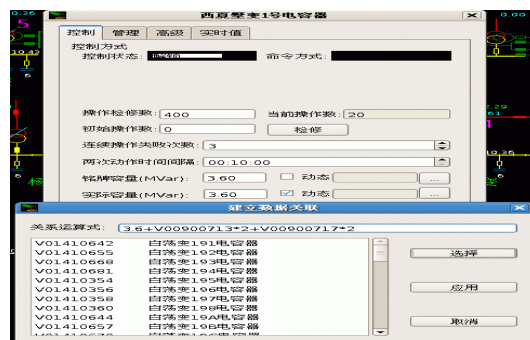


图 6 某站基本组的动态容量

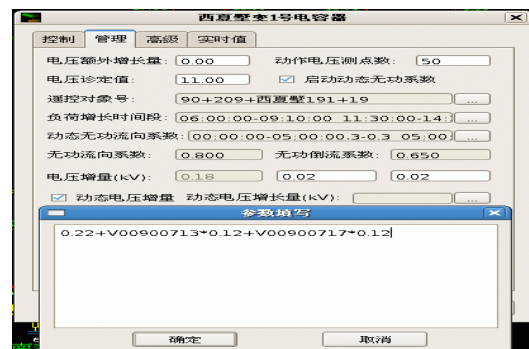


图 7 某站基本组的动态电压增量

修改后的基本组动态容量公式为  $3.6 + V00900713 * 2 + V00900717 * 2$ , 修改后的基本组动态

电压增量公式为  $0.22 + \sqrt{V00900713 \times 0.12 + V00900717 \times 0.12}$ 。

根据公式基本组单独投退时容量为 3.6kVAR, 电压增量为 0.22kV, 带第一个调节组投退时, 容量为  $3.6 + 2 = 5.6\text{kVAR}$ , 电压增量为  $0.22 + 0.12 = 0.34\text{kV}$ , 同时带两个调节组投退时, 容量为  $3.6 + 2 + 2 = 7.6\text{kVAR}$ , 电压增量为  $0.22 + 0.12 + 0.12 = 0.46\text{kV}$ , TOP3000 系统根据电容器组的实际状态计算无功及电压增量, 这样就可以避免计算容量和电压增量与实际不一致。

### 3 结论

通过对无功优化 TOP3000 系统的数据处理功能和部分程序进行改进, 合理设置了系统参数, 充分利用和发挥了系统自身功能, 取得了比较理想的效果, 保证了电压合格率和主变力率在合格范围, 主变分接头调节次数和电容器投切次数也控制在允许的范围之内。由于操作成功率的大大提高, 设备因操作失败而封锁的情况基本得到解决, 电容器的调

解组不操作的问题也得到解决, 再也无需人工参与操作, 大大减少了值班员的劳动强度, 提高了工作效率。也为今后监控接入更多的变电所扫平了障碍。

#### 参考文献:

- [1] 辛希孟. 信息技术与信息服务国际研讨会论文集 A 集 [M]. 北京: 中国社会科学出版社, 1994.
- [2] 张永健. 电网监控与调度自动化 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.
- [3] 江苏省电力公司. 江苏电力系统调度规程 (苏电调交 [2005] 1541号) [Z]. 2005.
- [4] 泰州苏源集团科电有限公司. 地区电网无功电压优化运行集中控制系统操作说明书 [Z]. 泰州: 泰州苏源集团科电有限公司, 2004.

#### 作者简介:

袁小红 (1972—), 男, 江苏溧水人, 助理工程师, 主要从事变电运行监控、变电运行操作和维护工作。