

「案例分析」

哈石化公司配电网倒负荷应用实例

文/中国石油哈尔滨石化公司机动设备处 赵爱志

结合哈石化公司总变电所隐患改造工程的实际案例，详细阐述了常用的几种倒负荷方式以及对企业生产的影响，给出了不同情况下哈石化公司最佳倒负荷方法，对石油化工这种生产连续性强、供电可靠性要求高的企业有一定的借鉴和参考作用。

石油化工企业工艺生产连续性强，一旦中断正常供电，将造成较大经济损失，还可能引起主要设备损坏，给恢复生产带来很大麻烦，甚至引起着火爆炸、人身伤亡、恶性环保等事故。不但对公司的安全生产产生影响，同时还会波及周边，严重时会产生人身、环保重大事故。故要求供电系统必须安全、可靠、稳定，灵敏性高。但实际生产中常常由于电气系统改造、电网事故等需要倒负荷，即负荷转移。本文主要通过不同情况下哈石化几种常用倒负荷方式的实际应用方法介绍来阐述保证生产连续运行的有效方法。

负荷切换出现的背景

电气系统隐患改造工程实施之前，哈石化的公司两路66 kV电源“东炼线”和“电炼线”都为架空线路，且“电炼线”源头也引自哈东变同一段母线，2009年4月14日由于哈东变电所故障，使哈石化两路电源中断，造成公司全厂性停电。

为提高哈石化供电可靠性，公司于2011年对66 kV哈石化变进行升级改造，改造工程结束后，哈石化将具有两回66 kV线路与电力主网相连，即66 kV东炼线接入220 kV哈东变、66 kV中炼线接入220 kV中心变，正常运行方式下，两回66 kV线路解环运行。

在解决单电源隐患的同时，公司电气系统由单母线并列运行方式（合环运行）改为单母线分列运行（解环运行），这样在日后的运行中出现了不同形式的几种倒负荷方式。

倒负荷的概念

倒负荷也称“负荷切换”，又叫“迁倒负荷”或“切倒负荷”，就是通过电力系统运行方式的变化，将用电负荷从一个电源（变压器、线路、变电站、系统）转到另一个电源（变压器、线路、变电站、系统）。

“倒负荷”常用方式

由于哈石化公司是连续生产的化工企业，属于一级负荷用户，当一路电源出现故障或电气系统进行大的改造前后，都会要求将一条电源线路上的负荷切换至另一条电源线路上。

1. 常规倒负荷方式操作案例

哈石化公司总变电所隐患改造项目于2014年9月25日顺利完成，66 kV东炼线及1#主变压器如期送电，此时需把9月1日2#主变压器投入运行后，单电源中炼线带的全厂负荷通过改变运行方式变成全厂双电源双变压器供电，我们称为：第三阶段倒负荷。经讨论、汇报后确定：采用常规倒负荷切换方式进行，即将东炼线电源从66 kV逐级送至各高配所和变电所，再对每个装置进行倒闸切换。

总变电所隐患改造后电气系统主接线图如图1。

（1）倒负荷前应具备的条件

从2014年9月26日起各装置倒负荷前应将设备尽最大能力切至系统Ⅱ段运行。同时电站2#发电机尽最大能力发电，使其分担更多2#主变压器所带负荷。

各高配所、变电所运行方式为Ⅱ段代Ⅰ段运行，经

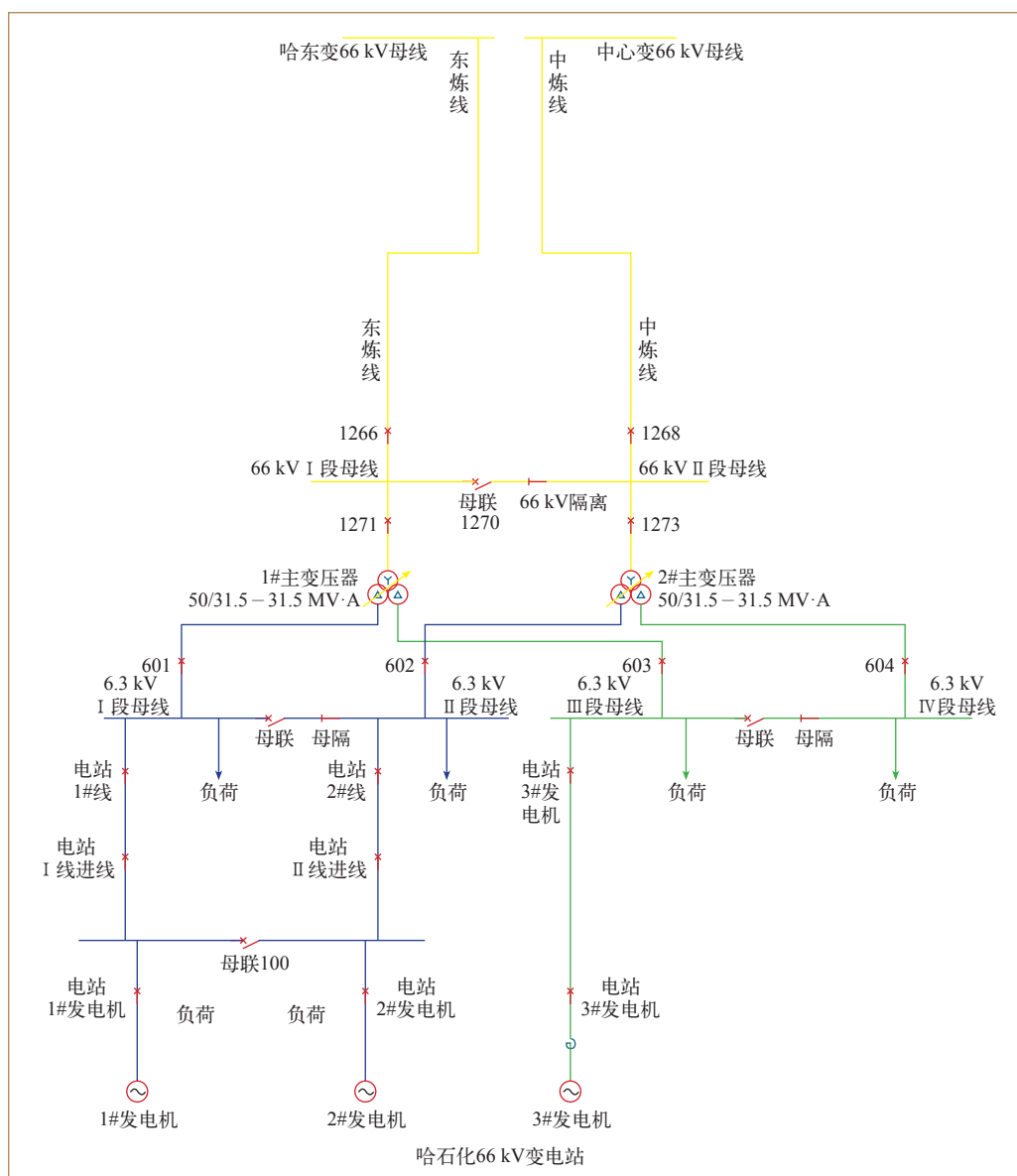


图1 总变电所隐患改造后电气系统主接线图

过逐级送电 I 段电已经在各高配所、变电所 I 段进线开关电源侧。与调度协调各生产车间把机泵切换到系统 II 段电源运行，然后拉开相应所内母联开关，合上相应所内 I 段进线开关。

(2) 整个倒负荷过程如下

根据各生产车间把机泵切换到系统 II 段电源运行的完成情况，按下面步骤分批次完成倒负荷。

9月26日常减压、二催化、气柜、甲乙酮、MTBE、饱和烃、供排水、电站老区切电完。

9月27日苯抽提、加氢改质、PSA、汽油加氢、储运汽油变、储运柴油变、空分空压站切电完。

9月28日电站新区、一催化、双脱、52单元、热水

变切电完。

9月29日联合装置、老总变（含一气分、储运变、一二套聚丙烯、二水源变、办公楼变）切电完。

至此，除硫黄2#风机系统不完善没进行低压负荷切换，即采用硫黄2#变压器带硫黄全部负荷；二催烟机通过母联由II段电源供电，没进行切换外，其余全部完成。

2. 快切倒负荷方式

快速切换装置具有快速切换（100 ms内，分合命令同时发出）、首次同相切换（同期捕捉）、残压切换、延时切换四种切换方式，此四种方式程序由高到低自动判别。每种切换方式可单独投退。快速切换为主切换模

式,其他切换方式为后备切换模式。快速切换装置优先检同期,进行快速切换,当不满足快切条件时,自动转入首次同相切换、残压切换和延时切换。

哈石化总变电所共有四段6 kV母线,两套母联快切装置。

(1) 总变快切切换

优点:生产装置无需配合切泵。

缺点:需要二次快切,每次快切存在切换失败造成断电风险。

(2) 总变及下级高配所快切切换

优点:生产装置无需配合切泵,如果总变快切切换失败,不会影响重整高配所等五处高配所的供电。

缺点:需要七次快切,每次快切存在切换失败造成断电风险。

(3) 快切倒负荷方式操作成功案例

2014年6月21日 12:16时,由于团结镇白菜村固定大棚的铁丝被大风卷起挂到东炼线C相导线上,造成东炼线66(kV) I段C相接地,哈东变因接地电流过大,消弧线圈严重过热喷油,可能造成全所停电,因此哈调强令5 min倒计时给我公司停电。

为确保装置生产及设备安全,机动处专业人员顶着巨大的压力下令采用快切装置,带全负荷倒闸。14:53时手动操作快切合603成功,14:54时哈电业局断东炼线。全厂避免了一次一段停电的事故。

15:47时东炼线C相故障处理完毕,向哈电调申请送电,18:40时东炼线恢复送电。经充分评估、协调,决定采用快切装置反向切换,19:25时全厂恢复正常供电方式。

3. 短时电磁合环

(1) 两条线路合环运行的必要条件

1) 合环点相位应一致。如首次合环或检修后可能引起相位变化的,必须经测定证明合环点两侧相位一致。

2) 如属于电磁环网,则环网内的变压器接线组别之差为零;特殊情况下,经计算校验继电保护不会误动作及有关环路设备不过载,允许变压器接线差 30° 时进行合环操作。

3) 合环后不会引起环网内各元件过载。

4) 各母线电压不应超过规定值。

5) 继电保护与安全自动装置应适应环网运行方式。

6) 电网稳定符合规定的要求。

(2) 电网解环操作应注意的问题

在解环操作前,应检查解环点的有功及无功潮流,确保解环后电网电压质量在规定范围内,潮流变化不超过电网稳定、设备容量等方面的控制范围和继电保护、

安全自动装置的配合;解环前后应与有关方面联系。

(3) 短时电磁合、解环的实际案例

为满足生产装置扩容,哈石化公司总变电所隐患改造项目于2015年9月25日完成,两台主变压器容量均由 $31.5\text{ MV}\cdot\text{A}$ 增容至现在的 $50/31.5-31.5\text{ MV}\cdot\text{A}$ 的分裂变。

同时自单电源隐患改造完成后,经过权威部门对66 kV哈石化变与220 kV电网进行短时电磁合环倒负荷操作可能导致的地区电网潮流和稳定问题深入的研究后,并经过省、市两级调控中心核算,同意在2015年8月中心变2#主变进行综合自动化系统升级改造时用短时电磁合环方式对哈石化中炼线倒负荷。

具体操作如下:

2015年9月4日06:00至2015年9月16日17:00中炼线停电,进行中炼线光纤纵差保护的改造。本次停、送电前,采用短时电磁合环进行电负荷切换。

9月4日4:00,合环点为哈石化变66 kV母线分段开关;解环点为哈石化变66 kV中炼线开关。

9月16日21:00,合环点为哈石化变66 kV中炼线开关;解环点为哈石化变66 kV母线分段开关。

要求:①短时合环期间,哈石化公司发电机不并网。②合环操作前哈石化变66 kV总下网负荷不大于40 MW。

中炼线采用短时电磁合环倒负荷取得成功。监测数据如下:9月4日,3:35中炼线停电倒负荷开始,4:52系统合环,合环时母联电流99 A,有功6 MW,无功10 Mvar;5:02系统通过中炼线解环,母联电流163 A,有功18 MW,无功6 Mvar。

结束语

综上所述,常规倒负荷切换过程中可能出现的风险,基本可控。但涉及人员多、时间长。需经过多部门较充分准备和努力,哈石化至少5天才能完成。

两种切换方式适合电力系统,尤其外部电源事故状态下的紧急情况采用,2014年东炼线接地故障处理是极成功的案例,但在切换失败时会有断电风险,据了解,其他地区公司有3起失败先例。

所以,短时电磁合环对哈石化公司最有利,对生产操作影响最小,不但节省了大量的人力物力在全厂各变电所、操作室、机泵间的奔波,还避免了各种误操作和设备切换可能带来的所有风险。

2015年9月合环的顺利完成,意义重大!在日后会更加显著,为今后的倒负荷提供及其重要的数据支持。

潮流计算举例如图2、图3。

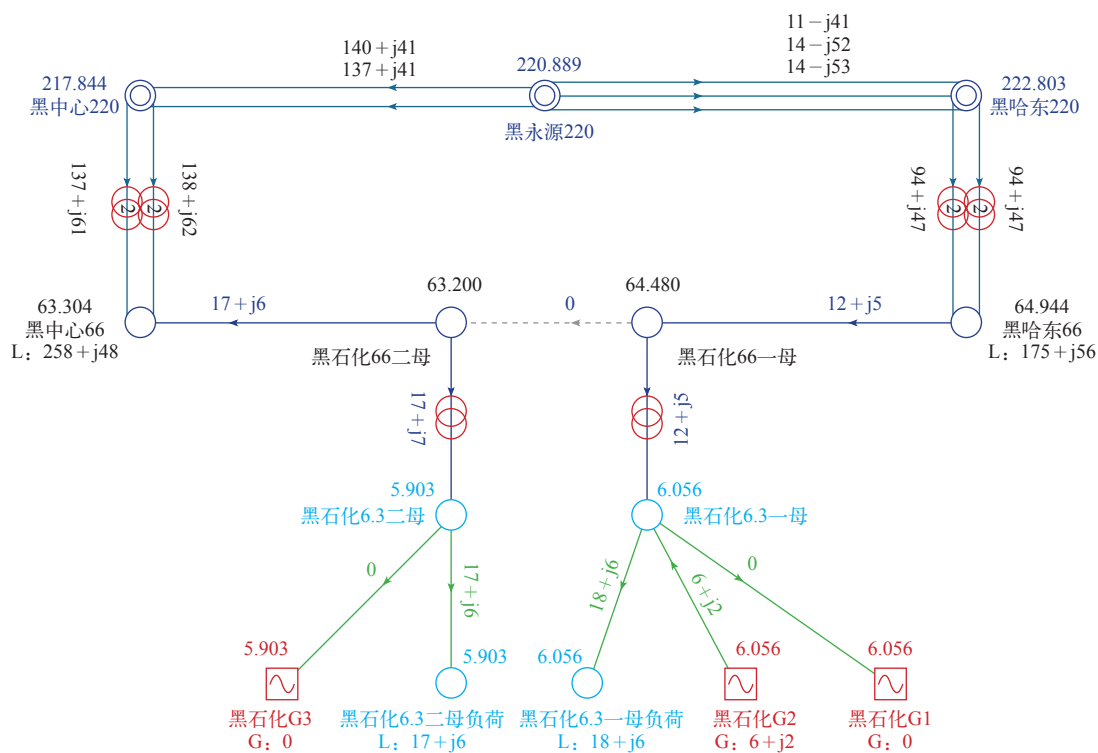


图2 运行方式二合环前潮流

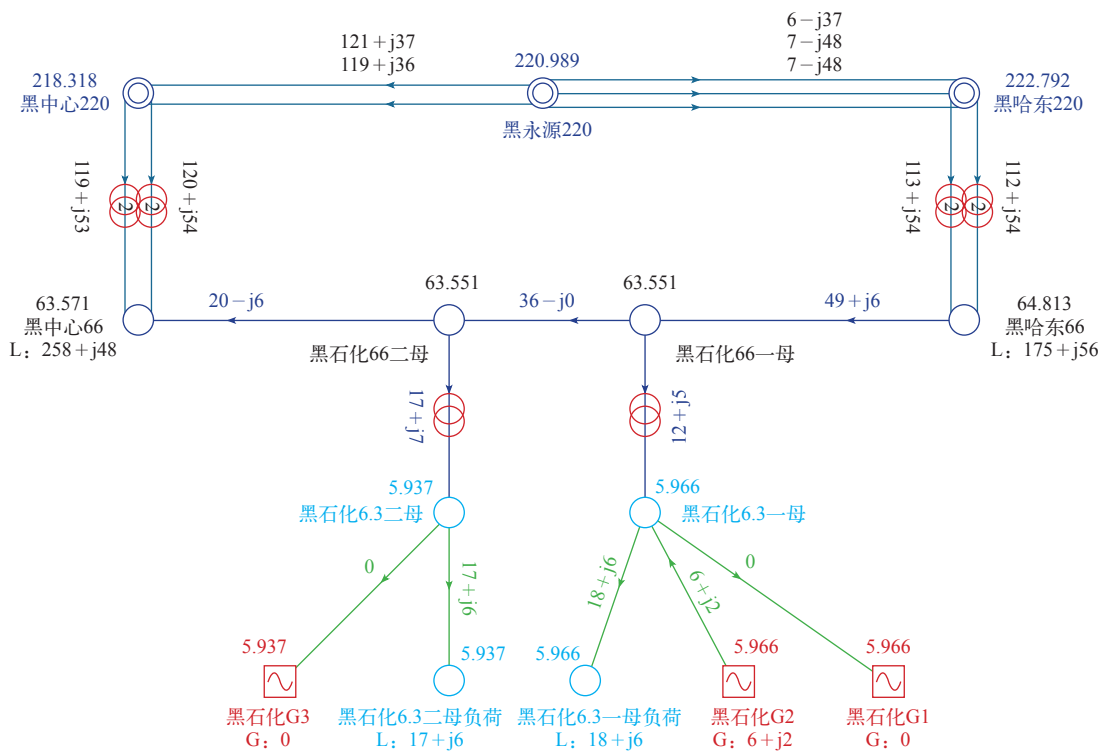


图3 运行方式二合环后潮流

计算结果表明,合环后66 kV东炼线不过载,但接近运行极限。**EA**

(收稿日期: 2017.05.30)

(编辑: 朱金凤)