

「案例分析」

炼化企业电力系统分析和优化

文/中化泉州石化有限公司 阮凯 许明延

分析中化泉州石化有限公司电力系统的结构、配置，提出系统存在的问题，给出优化方案并实施，提升了电力系统的灵活性和抵御风险的能力，实现了电力系统“安稳长满优”运行。

电力系统结构、配置和运行方式

中化泉州石化有限公司作为一家大型炼油化工企业，已建成有常减压蒸馏、渣油加氢、蜡油加氢裂化、连续重整、催化裂化、延迟焦化和聚丙烯等19套生产装置以及配套码头仓储设施。厂区内供电设施有220 kV总变电站1座，自备电厂1座（2台55 MW同步发电机组），4座35 kV/10 kV区域变电所，17座单元变电所等。

220 kV总变电站外部供电双回路电源取自上级的涂寨220 kV变电站I、II段，采用专用架空线路“涂桥 I、II线”（非共塔敷设）的直供方式，220 kV总变带两台150 MV·A、220 kV/35 kV的双绕组变压器为全厂负荷供电，全厂最大负荷150 MW；公司220 kV系统采用双母线分段方式，正常运行时，母联处于运行状态；2台抽凝机组55 MW同步发电机，以发电机—升压变压器—线路组的方式，直接接入总变电站35 kV配电装置的两段母线上，正常时发电110 MW，当电网故障时，解列运行；总变电站35 kV系统，采用双母线分段方式，正常运行时，母联处于热备用状态，35 kV系统分裂运行；从总变35 kV配出回路采用线路变压器组至区域变电所、直配单元变电所八及大功率电动机；区域变电所10 kV系统、各单元变电所10 kV和0.4 kV系统采用单母线分段方式，母联在热备用状态，备自投投入（一次系统简图见右图）。

电力系统存在的问题

分析中化泉州电力系统的结构和配置，以及电力系统投用三年来的实际运行情况，结合石化行业其他单位

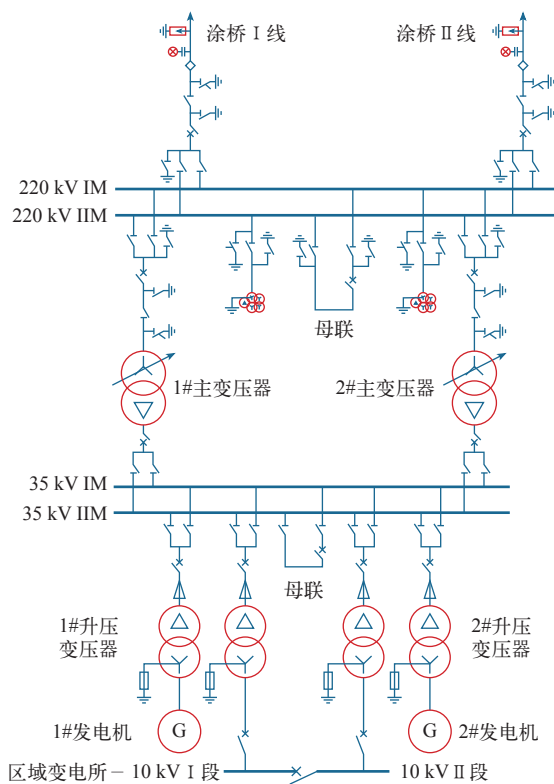


图 一次系统简图

的电气运行经验，笔者认为中化泉州电力系统存在以下问题，需要在后期改造中不断优化。

1. 外部电网结构抗风险能力较弱

220 kV两回路电源分别取自上级220 kV涂寨变电站 I、II段，采用双塔双回的直供方式，两路电源互相独立。规范《供配电系统设计规范》GB 50052—2009 第3.0.2一级负荷应由双重电源供电，当一电源发生故障

时,另一电源不应同时受到损坏。3.0.2条文说明中对双重电源作了说明,因地区大电力网在主网电压上部都是并网的,用电部门无论从电网取几回电源进线,也无法得到严格意义上的两个独立电源。所以这里指的双重电源可以是分别来自不同电网的电源,或者来自同一电网但在运行时电路互相之间联系很弱,或者来自同一电网但其间的电气距离较远,一个电源系统任意一处出现异常时或发生短路故障时,另一个电源仍能不间断供电,这样的电源可视为双重电源。从规范理解:中化泉州外部供电方式为双重电源,但上级电源由涂寨变电站一个电源点供出,此供电结构抗风险能力较弱。

具有此类外部电网结构的炼化企业,曾经出现过多次由于上级变电站出现故障或事故后该上级变电站全部停电,造成炼化企业外部双回路供电全停而导致企业电力供应全部中断,企业损失惨重。很多新建炼化企业在设计阶段已经考虑实现双回路、三回路电源取自上级不同或距离较远的枢纽变电站,提高外部供电的安全性、可靠性和灵活性。

2. 现有备自投装置无法满足炼化企业供电需求

目前总变35 kV双母线系统、区域变电所、单元变电所10 kV、0.4 kV单母线分段系统采用备自投装置,总变电所35 kV配电装置为户内双母线接线方式,正常运行时,母联开关断开,两段母线分列运行;各区域变电所10 kV、单元变电所10 kV、0.4 kV备自投判断欠压的条件分别为60%相电压、60%相电压、120 V(对比相电压220 V),延时时间分别为1.5 s、2 s、2.5 s。当电网出现异常或故障,即使备自投可靠动作,此时中压电动机已经被分批切除,即使延时较长的中压电动机没被切除,转速已经严重下降;对0.4 kV配电系统而言,低电压将造成接触器脱扣、变频器停止,电动机也将停转。

备自投装置延续了电网变电站的备自投装置工作原理,没有针对炼化企业的需求和特点进行设计和开发。例如:在起动条件上,采用失压起动,没有考虑把有关的继电保护动作作为起动条件以缩短起动时间;在合备用电源条件上,采用延时和无压判据,没有采用母线电压、频率、相位实时跟踪技术来实现“快速切换”。总之,在炼化行业,备自投装置并没有真正起到保障供电连续性的作用。

3. 单元变电所0.4 kV系统无抗“晃电”设施

“晃电”是电网由于雷击、对地短路、发电厂故障及其他外部、内部原因造成电网短时间故障、电网电压短时大幅度波动、甚至短时断电数秒钟的现象,俗称“晃电”。当电压低至接触器的额定工作电压55%~65%时,并持续10~50 ms,交流接触器将释放,

导致低压电动机停转。变频器则出现欠电压、不平衡等故障,变频器停止工作,电动机停转。目前中化泉州所有单元变电所的0.4 kV系统未装设抗“晃电”设施,一旦出现外部、内部电网“晃电”,涉及的生产装置必将出现波动或停工。

4. 用电负荷超容

目前,中化泉州最大电力负荷150 MW,现有的单台主变(150 MV·A、220 kV/35 kV的双绕组变压器)已无法满足全公司最大负荷要求,且两台发电机总额定负荷110 MW,也无法在最大负荷时实现孤网运行。

针对以上问题的优化方案

1. 外部电网结构优化

在中化泉州二期化工项目阶段,将对此问题予以解决,一期炼油的外部电源实现:一路电源取自220 kV涂寨变电站,另外一路电源取自新建500 kV惠安变电站,实现更加合理的双重电源供电,提高电力系统抵御外电网风险的能力。

2. 增设快切装置替代备自投装置

快切装置,是基于新一代嵌入式软硬件平台而研制的新型自动切换装置,主要优点是“快速切换”电源,即母线无故障的情况下,在工作电源跳开的同时快速合上备用电源。特别对于负载大部分为电动机的系统,失压后电动机惰行,但由于电动机能量反馈,母线电压下降缓慢,此时快切装置切换成功率高、时间短、冲击小,电动机在电压恢复后快速恢复正常转速运行。

中化泉州已经分批次对总变35 kV双母线系统、四座区域变电所、直配单元变电所八和单元变电所10 kV系统的单母线分段系统增加快切装置,分三个层次实现总变35 kV、区域变电所10 kV、单元变电所10 kV母线系统在上级电缆线路、线路变压器组、开关偷跳等故障时的母线快速切换,降低系统电压波动和保障设备不停电,避免生产装置在出现上述电气故障时生产波动或停工。

3. 单元变电所0.4 kV系统增设抗“晃电”设施

目前,解决低压电动机抗“晃电”的方法有很多种,如:控制回路增加时间继电器、采用抗晃电接触器、UPS抗晃电、带有抗晃电功能的电动机保护器、单台再起控制器和以微机处理器为核心的集中式分批再起启动柜等。对比上述抗“晃电”方法的优、缺点,我们决定采用可靠性高和技术先进的单台再起控制器和集中式的分批再起启动柜两种设备来实现电力系统“晃电”后的再起,实现快速恢复装置生产。

(下转第53页)

中，很多专家给出很多值得借鉴的经验，笔者总结认为：要从文中所论述的三个方面充分分析本企业电源是否存在供电安全性和可靠性问题，界定好单电源隐患都存在哪些方面。按照不同方面对电源可靠性的影响和出现故障的概率，对隐患进行排序和筛选，从中找出突出和紧迫的隐患，有重点地投资进行治理。

2. 单电源隐患治理的途径

(1) 电源点方面的隐患治理

在选取第二电源点时，要充分考虑地方电网的构成。在投资允许的前提下，原则上电压等级越高，电源点的可靠性也越高；接入变电所方面，可靠性由高到低依次为：主干网变电所、枢纽变电所、区域变电所、终端变电所；同等级变电所应考虑变电所是接有电网主力电厂可靠性较高；接入变电所的负荷应尽可能避开民用负荷过多的变电所。

(2) 线路方面的隐患治理

在新建和改造线路时，应尽可能避免采用同一敷设方式；架空线路要有防冰雪、防雷、防污闪措施；电缆线路要注意保持接头的余量和防外力破坏的措施；路径的选择上考虑避免占压、人为破坏，避免与油气管道并行与交叉。

3) 二次系统的隐患治理

在继电保护和自动装置的隐患治理上，要选择具有企业成熟运行经验的产品。线路保护应首选光纤差动保护；总变电站和区域配出变电站应考虑安装双电源快速切换装置。

2. 单电源隐患治理的建议

在哈尔滨石化公司单电源隐患治理过程中，笔者有

很多经验和教训，为避免大家在类似项目上少走弯路，建议如下：

1) 与当地供电部门沟通协调是项目能否如期完成的关键。

2) 项目的组织者要有良好业务能力，保证技术衔接顺畅。

3) 要熟知供电管理部门项目管理和调度管理流程。

4) 石化企业连续生产的特性，要选择好项目实施的窗口期，避免出现项目方案很好但无操作窗口和实施可能性。

5) 在线改造要做好充分的风险管控方案和电源过渡方案，保证项目实施安全可控。

6) 新建接入系统变电所要充分考虑负荷转移和调整方案。

7) 发电机组电源接入方式变化要充分核算和论证。

8) 企业内部运维电气骨干要参与项目的实施。

隐患治理不可能一步到位，要长远规划、分布实施，做好过渡事故预案。

结束语

要以双重电源可靠性和安全性的角度分析本企业存在着单电源隐患，从电源、线路、二次系统三方面分析存在的隐患，分析和筛选隐患对安全供电的影响，明确治理方向。对单电源治理的途径，结合企业的经验给出明确方法和建议，为单电源隐患治理提供了系统的解决方案。EA

(收稿日期：2017.05.30)

(编辑：朱金凤)

(上接第45页)

对于同一配电室配出，且由单母线分段的两段母线供电的电动机群，若需要参与“晃电”分批再起动的电动机台数在20台及以上，采用一套“晃电”分批再起装置；否则，采用单个配电回路加装“晃电”再起装置的方法来实现。在全公司大修期间，为重要装置供电的单元变电所0.4 kV系统安装24套低压电动机分批自启动装置；对于数量少或分散的，采用加装单台“晃电”再起装置来实现电动机“晃电”后的再起。

4. 调整用电负荷

为了平衡现有负荷，在一期炼油扩建项目对总变扩容时，调整部分现有负荷至新增变电站，控制现有电网负荷在110 MW附近，满足在外部电网故障时可以实现孤网运行的模式，由自备电厂两台发电机供电给重要

装置负荷，减少停电损失，也可以保发电机组安全，避免安全事故，大大缩短恢复生产的时间。同时在总变35 kV双母线系统的进线、母联处增加同期并网装置，实现孤网运行后的并网，提升电力系统的可靠性和灵活性。

结束语

通过对中化泉州石化有限公司电力系统结构和配置的不断优化，对存在问题的逐步解决，增加系统运行方式的灵活性和抵御风险的能力，实现电力系统“安稳长满优”运行，为炼化装置提供安全可靠的电力供应。

EA

(收稿日期：2017.05.30)

(编辑：朱金凤)