

「变电站」

石化企业变电站改造工程的经验探讨

文/中国石油化工股份有限公司天津分公司 袁 钢

近几年，随着供配电系统自动化水平的不断提高，再加上很多设备已达到甚至超过使用年限，各石化企业相继进行了大面积的供配电设备更新。对我公司某部变电站改造工程进行了探讨，提出变电站改造工程中的一些经验和教训。

变电站供配电系统是一种复杂而特殊的系统。近几年来，随着供配电设备的新旧更替及二次继电保护系统自动化水平的提高，我公司某部的供配电系统，相继进行了比较大的改造。这些改造使得变配电设备的安全性、可靠性、易操作性以及变电站的无人值守化、综合自动化水平都有了很大的提高。为了保证变电站改造的质量，对改造过程中还在运行的设备的安全，特别是人身安全，必须做好改造工程的前期准备、中期施工和后期调试投运的周密计划和安排，并采取严密的组织措施和技术措施加以严格控制。下面，笔者对我公司某部2012年大修的老35 kV变电站开关柜和控制柜更换项目的经验和教训进行一下总结，进而对此类工程应抓住的关键点做一些探讨。

改造工程的前期准备工作

变电站改造工程前期有一整套的可行性研究、项目审批、初步设计、预算、设备技术谈判及采购、详细设计、设备及材料的到货验收、开工审批手续等一系列的过程，内容较多，本文只对与改造关系最为密切的施工图审查和施工方案的制定进行探讨。

1. 施工图审查

改造工程与新建工程不同，新建工程只需保证系统的合理性和规范性，按规程进行即可，而改造工程比新建工程的难度要高，就是因为除保证改造后系统的合理性和规范性之外还要充分细致地考虑新设备与老设备之间的衔接与配合。不

仅要考虑改造之后的运行可靠与安全，还要考虑改造过程中的施工安全及新旧设备衔接关键点的保护措施。

因此，在我公司某部2012年大修的老35 kV变电站开关柜和控制柜更换项目的施工图审查阶段，分为如下几个步骤。

(1) 老设备图样和资料的深入学习研究

由于是改造工程，虽然设备更新了，但其功能还必须以老系统为基准，除了新的设计规范和设备规范的执行之外，其余的设备运行参数、继电保护条目和定值还应在遵循原有内容的基础上适当的升级、调整，而不可随意更改，必须保证与原有系统上下级的配合尽量一致与合理，因此，对老设备的图样和继电保护内容还要认真细致地进行研究和梳理。

(2) 新施工图的审查

新的施工图拿到后，首先要大致浏览一遍，看其设计的理念及内容是否符合规范和标准，各部分之间的衔接配合是否流畅，有无回路不通畅之处，特别是二次回路有无相互冲突及不合理、不完善的点。然后，对比新图样是否实现了老图样的所有功能，有无删减和增加，更改是否合理。如此次的老35 kV站开关柜和控制柜更换项目中，老设备的变压器上级是隔离开关而非断路器，所以原有的变压器保护是跳35 kV进线开关、35 kV母联开关和变压器下级的6 kV开关，而新设备将变压器上级的隔离开关改为了断路器，新的变压器保护只跳这一断路器和变压器下级的6 kV

开关即可，这样缩小了保护的動作范围，降低了对供电系统的冲击，增加了保护动作的针对性，提高了故障判断的准确性，这一更改就是合理的。

(3) 新设备与保留设备的图样衔接

因为改造工程通常都是改造系统中的一部分，如果是站内全部设备更新，那基本上可以认为是等同于新建项目了，而保留的设备还必须在改造后能够正常、平稳、安全地运行，所以改造工程的关键点就在于新设备与保留设备的衔接是否正确、合理、齐全。如此次的老35 kV站开关柜和控制柜更换项目中，原有的模拟控制屏上的开关量和模拟量及报警信号都是由控制电缆硬节点输入，而新的模拟控制屏则完全升级为通信信号输入，这样便省去了一大堆的控制电缆，使配线更加简洁清晰，同时还减少了故障点，但保留设备的保护装置是老型号不具备开关状态信号通信功能，只能在原有的监控装置增加与后台机的通信，这就是根据新老设备之间的配合而做的调整，总体来看，自动化水平还是有很大提高的。

施工图审查，越细致越好，越全面越好，但要注意一定要在施工开始前尽量早地开始及完成，并及时修改定版，如果预定的施工开始时间已到，还未完成审查，而被迫边施工边审查改正的话，将会非常被动，也会错漏百出。除此之外，在此次老35 kV站开关柜和控制柜更换项目图样审查阶段，还暴露出一个问题，就是原有的设备图样及资料保存不善，有缺失，或有内容更改而未及时更正图样及资料的现象，增加了新图样确认的难度，也说明了平时对于基础资料和图样妥善管理的重要性。

2. 施工方案的制定

施工方案的制定，是工程项目中很重要的一个环节。方案制定的好，考虑的周全，可以使施工事半功倍，还可保质保量保安全，如果制定得不好，将会使施工十分混乱，还会出现很多意想不到的问题和麻烦，甚至发生安全事故。本文重点讨论石化企业变电站改造工程的施工方案制定，需注意的一些问题和经验。

(1) 边生产边施工的项目

有些项目需要在生产装置正常生产期间进行施工，这类施工方案的制定，重点在保证供电的平稳和安全上，通常采用分区域分时段施工。施工部分的设备要保证与运行设备之间完全隔离，

并且在方案制定和解决施工中遇到的问题时，一切以保证运行设备的安全平稳为优先考虑因素。此类施工方案的关键节点，是改造完的部分新设备投用和还未改造的部分旧设备停运并准备进行改造这一切换过程。

(2) 全厂大修期间施工的项目

在大检修期间施工的项目，不必向生产期间那样，费尽心思保证生产装置的平稳运行，大部分也不必分区域分时段施工，但要保证检修电源的可靠性，虽然不要求很高的供电平稳性，但也不能出现经常性的非计划停电，从而影响检修电源的供电，耽误检修进度。

如此次的老35 kV站开关柜和控制柜更换项目就是在检修期间施工的。我们的做法是：①为保证工期，一切方案以全部需更新设备同时改造施工为前提制定方案；②细致了解和统计大修期间本站下级各变电所配出的检修电源情况，进行有限的可用电源资源的合理分配；③充分利用厂内各总变电站之间的联络线路，进行检修电源的相互支援。最后经过周密计算，得出新35 kV站与老35 kV站之间的联络电缆足够满足检修电源的容量需求，进而制定了由新35 kV站通过两条6 kV联络线向老35 kV站6 kV系统供电，从而使老35 kV站35 kV系统开关柜和控制柜实现了全部一次性停电，整体施工的方案。这也使我们得到一条经验，就是在一个厂内甚至一个企业内部各个独立的供配电系统之间，设立合理容量的联络线路，在平时可应急，保证事故状态下的最低限度的保安电源，在大修期间也可使总体施工方案的制定更加灵活，打破了独立系统运行的局限性。

改造工程的施工

前期准备工作做好以后，便可按计划进行施工了。施工是计划的实施，所以前期准备工作做得好，施工就会很顺利，施工也是有一定的步骤和规范的，这无需多说，此处只总结一些施工过程中的关键点。

1. 一次设备的隔离

一次设备的隔离，就是通过一系列的倒闸操作，按照既定的施工方案，将需改造的设备从系统中隔离出来，做到完全停电，并做好安全措施，保证工作区域内不会出现意外来电的情况，并且要保证施工不会影响其他在用设备的正常运行，杜绝安全事故的发生。

我们的经验是，在操作前做到对系统十分熟悉，掌握改造范围内与范围外的所有联系点，按倒闸操作规程，将其逐一隔离。在倒闸操作后，有隔离开关的将隔离开关拉开，没有隔离开关的将电缆或母排拆开，断路器这样没有明显断开点的设备都不能视为已隔离，必须将其施工一侧的一次线拆头，之后在所有断开点的施工侧进行可靠接地。

2. 二次设备的隔离

二次设备的隔离与一次设备的隔离，理念是基本一样的，只是由于二次设备比一次设备复杂很多，需隔离的点是一次设备的很多倍，如果隔离措施不当，将可能会影响在用设备的正常运行，损坏设备，甚至造成人员伤亡，所以必须谨慎细致，准备要充分。此次的老35 kV站开关柜和控制柜更换项目中，我们抓住了以下几点加以严格把关。

(1) 控制回路的隔离

所有控制回路，包括信号回路和二次交直流电源回路，首先要停电，然后从根源处拆头隔离，即使是确定要保留的二次回路，也要先隔离，在改造后期调试时再认真地按新图样进行恢复。拆掉的点如果影响在用设备的正常使用，则应做好措施，该短接的短接，该改线的改线。除需保留的二次电缆进行认真标记后拆头保护好之外，废弃的二次电缆全部拆除，避免寄生回路的产生，以确保以后的运行安全。

(2) CT回路的隔离

CT回路的隔离必须认真仔细，因为所有在用设备的CT回路都会进控制柜，而且在用设备的CT回路此时还是带电的，必须先将在用设备的端子排上进行短接，然后再拆线隔离。大家都知道CT回路如果开路，将会产生高电压，损坏设备绝缘，甚至伤人，所以必须可靠短接，在拆头的同时，还要密切注意在用设备上的二次电流是否正常。通过此次的老35 kV站开关柜和控制柜更换项目，我们得出一条经验，就是CT二次端子一定要使用可灵活断开及短接的试验端子，此类端子无论是短接还是断开操作都十分简便且明显可视。

(3) PT回路的隔离

PT回路的与CT回路一样会进控制柜，虽然比CT回路数量少，但也马虎不得。PT回路要注意的就是二次回路不可短路，所以只拆头不短接，要在在用设备的PT柜二次端子处拆头，而且要在线

路两端包好头，杜绝短路。值得注意的一点是，PT和CT回路的二次端子上有时很近，甚至是紧挨着的，而且很多都一样是黄绿红三色线，由于是CT回路要短接，PT回路要断开，所以一定要进行反复确认，不可搞混。

(4) 二次回路隔离前的准备

从上述3项内容可以看出二次回路隔离的复杂性，一次设备有倒闸操作规程可循且并不复杂，而二次回路如果不做好准备，盲目施工，极易造成事故。在此次的老35 kV站开关柜和控制柜更换项目中，在施工前，我们将所有需隔离的二次回路点，通过对图样对应现场进行仔细核对，并以每个单台的设备为单元，一一列出隔离点的列表，并反复核实，多人核实，杜绝遗漏，在进行隔离操作时，根据列表逐一进行隔离，并由专人把关，做到细致、清晰、零失误。

安装完成后的试运

1. 改造范围内设备试运

由于改造范围外的设备，在大修期间还有部分在提供检修电源而运行中，所以改造范围内的设备施工和调试完毕后，要先进行范围内试运，这样一旦有什么问题可在不影响系统运行的前提下及时调整和改正。在试运时同样要注意一、二次设备的隔离准备工作，方法和内容同上，不再重复。此步骤的重点在于确认与范围外设备接口动作是否正确，并一一记录。

2. 改造范围内设备与范围外设备对接

改造范围内设备试运完毕并确认所有的与范围外设备接口动作都正确无误后，开始工程最关键的一步，就是改造范围内设备与范围外设备的对接，包括一、二次设备所有接口的对接。

(1) 一次设备对接

一次设备由于接口较少且清晰，所以对接相对比较简单，只要保证所有的设备均已按试验规程做过相关试验并合格，并按图样按照安装规程对接即可。此步骤关键是把握住接口处的设备要处于停电且有安全措施的状态，避免出现安全事故，且不可影响在用设备的运行。

(2) 二次设备对接

二次设备接口较多较繁杂，一定要做到条理清晰，不错不乱，此时之前的隔离点列表再一次起到了关键的作用。同样以每个单台设备为单元，根据列表专人把关，并经多人反复核实，杜

绝错误和遗漏。此步骤的关键点在于改造范围内和范围外设备同时接线，为避免错误和遗漏，我们采取了“二核、一校、二同时”的“二一二”方法，也就是：

1) 范围内、范围外设备两处同时核对确认一处接口端子。

2) 核对无误后再确认端子间的连线，必须现场确认校线并保证线号标识准确。

3) 端子和接线核对无误后，必须马上两端同时接线，不接完不进行下一点，不接完不停工，避免因两端不同时而造成接口的遗漏和错接，进而造成事故。

(3) 注意事项

1) 控制回路的对接，一定要先确认保护和控制装置没有发出任何会造成一次设备动作的信号，以免造成误动事故。

2) CT回路的对接，一定要先接线，确认无误后再拆短接线或连接片，避免CT二次开路。

3) PT回路的对接，一定要先接线，再合上两侧的开关，避免悬空的线头造成接地故障。

3. 全系统试运

说是全系统试运，实际上如果试运顺利成

功，系统也就正式投运了，也就是整体工程全面收关的一步。这一步，由于前面步骤的谨慎认真、按部就班的努力，应该是没有什么大的问题的，关键还是在于制定好送电方案，保证倒闸操作的正确无误。正如此次我公司某部的老35 kV站开关柜和控制柜更换项目，由于启用了总变电站间联络线这一非正常运行方式，所以在前期准备时，就和停电方案同时制定好了送电方案，只在施工完毕后做了微调。这一步骤的关键点在于绝对避免不同系统电源间的并列。

结束语

随着供配电设备和保护装置自动化水平不断提高，石化企业变电站改造项目将会层出不穷，在项目实施过程中，要不断地积累经验，不断地提高专业技术人员的技术水平和管理水平，加强改造项目管理的深度和细致化程度，制定针对于自己系统特点的一系列保障措施和施工管理方案，并认真的落实执行，才能不折不扣、保质保量地完成各项变电站改造工程任务。EA

(收稿日期：2014.10.20)

[编辑：白文亭]

上海工业自动化仪表研究院 荣获“安全生产培训合格单位”称号

日前，上海工业自动化仪表研究院荣获上海市安全生产协会颁发的“安全生产培训合格单位”称号。为顺应行政审批制度的改革，进一步加强市场监管、社会管理和公共服务职能，保证安全生产培训工作有序开展，上海市安全生产协会依据相关文件要求，组织行业专家对82家上海市安全生产培训机构进行现场条件核实。经核查，上海50家培训机构获得第一批“安全生产培训合格单位”称号。

国家安全生产监督管理总局于2010年和2012年相继颁布了《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（30号令）及《安全生产培训管理办法》（44号令），将防爆电气作业纳入特种作业工种，明确相关作业人员需持证上岗。2013年，自仪院经上海市安全生产监督管理局批准，成为二级安全培训机构，是上海以及全国唯一一家可以开展电工作业（防爆电气）的机构。在上海市安监局及上海市安科所的支持下，2014年，自仪院成功举办两期安全生产“防爆电气”培训，实现了上海率先开展“防爆电气”特种作业人员培训的目标，填补了本市乃至全国防爆电气特种作业人员规范化培训的空白。在今后的工作中，自仪院将积极努力，规范开展安全生产防爆电气培训，为涉及电气、电力设施安装、检修、维护等岗位的电气防爆技术人员的持证上岗提供保障，推进防爆电气科学化、规范化的安全作业和管理，为安全生产保驾护航。

