「变电站」

智能变电站的开关二次回路问题分析和改进

文/许继（厦门）智能电力设备股份有限公司　林重贺

基于IEC 61850通信协议的智能化变电站应用越来越广泛，其二次设计方案中把智能组件下放安装至GIS组合电器控制柜，该方案相较常规设计具有诸多优点但也存在一些问题。提出了一种回路改进的方法，有效解决了这些问题。

随着计算机技术、电力电子技术和通信技术的发展，基于智能化、网络化的保护，中控设备成为变电站的主流。这大大提高了电网建设的现代化水平，增强了输配电和电网调度的灵活性和可靠性。因此变电站智能化成为必然的发展趋势。智能化变电站就是将信息采集、传输、处理，输出过程完全智能化的变电站，全站采用统一的通信规约IEC 61850构建通信网络，保护、测控、计量、监控、远动、VQC等系统均用同一网络接收电流、电压、状态信息，各个系统实现信息共享。相比常规变电站，智能化变电站具有高性能、高安全性、高可靠性、高经济性等优点。按照IEC 61850标准的要求，变电站自动化系3个层次，即变电站层、间隔层、过程层。常规变电站中由间隔层完成的功能在智能化变电站中由间隔层和过程层共同完成。智能化变电站通过将智能终端、合并单元等智能组件下放至GIS组合电器就地控制柜（简称：LCP）中，间隔层和过程层之间通过光纤通信，实现过程层和站控层对设备的智能化控制。由于间隔层和过程层之间的通信媒介用光缆代替了控制电缆，有如下优点：

1）通信可靠性得到提高。

2）减少通道重复建设，节省了大量的二次控制电缆，简化了电缆沟、电缆层和电缆防火。

3）减少了现场调试的工作量，有效缩短了工程周期并减少后期运行维护成本。

这充分体现了智能化变电站的可靠性和先进性。但也带来了诸多二次回路重复设计和运行维护上的问题，本文以“济南市祝舜110 kV智能化变电站”为例，介绍智能终端下放至110 kV GIS控制柜后产生的问题、改进思路及改进效果。

智能组件未下放LCP的常规设计方案分析

智能组件未下放LCP的常规设计方案中，智能终端安装在继电保护室的保护屏上，与GIS组合电器LCP之间通过控制电缆连接，智能组件与LCP的回路关系如图1所示。

在图1的方案中，SA把手为自复位转换开关，分别有“分/零位/合”三个位置，其中“分、合”是瞬动的两个位置；SA把手安装在LCP上，4KK把手和智能终端均安装在继电保护室的保护柜上；智能终端的遥控合闸出口（4K1D5）经电缆接至LCP中的SA把手的SA：2，智能终端的遥控分闸出口（4K1D2）经电缆接至LCP中的SA把手的SA：4；以合闸操作回路为例，就地合闸和远方合闸的动作顺序分别为：

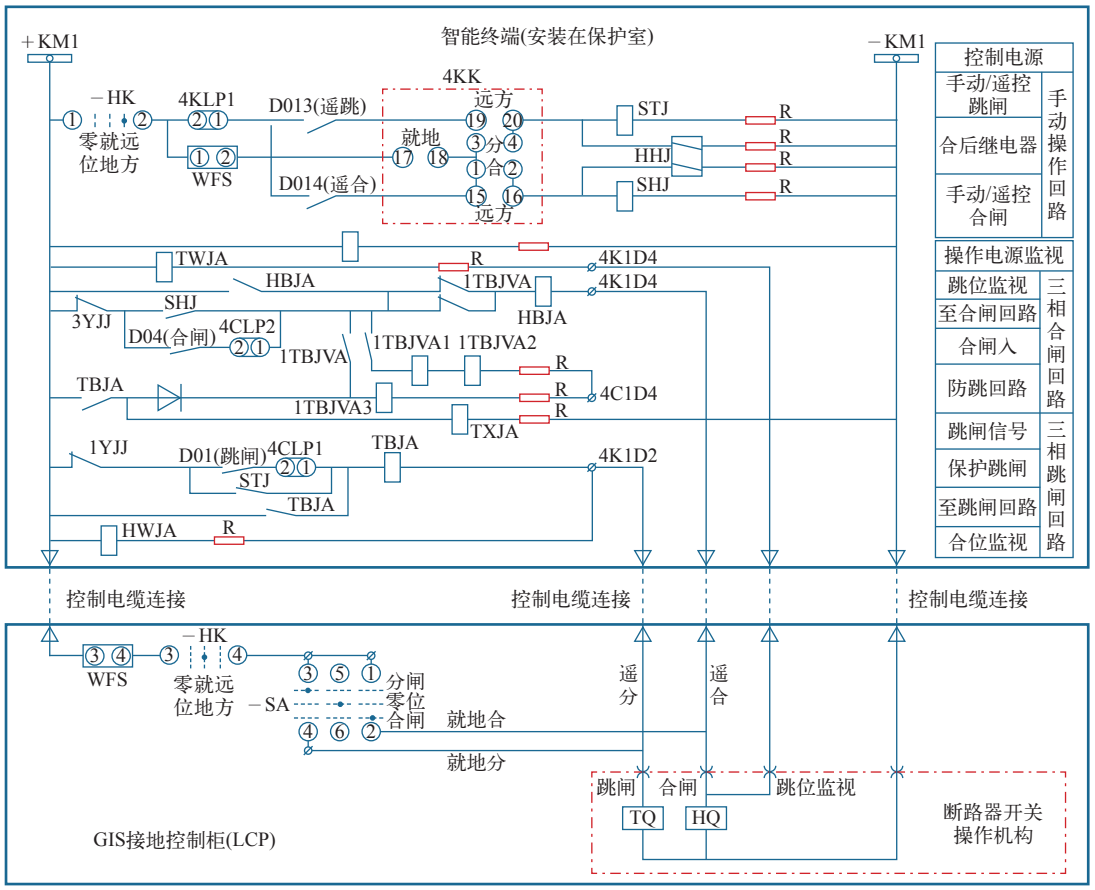

图 1

1）就地SA把手合闸。HK打“就地”位置→五防锁WFS满足条件→SA把手打至合闸位置（1－2导通）→合闸线圈HQ得电→断路器合闸→合闸到位后，辅助开关切断合闸回路。

2）远方4KK把手合闸。HK打“远方”位置→五防锁WFS满足条件→4KK把手打至就地后合闸（1－2和17－18导通；15－16和19－20断开）→SHJ得电（合后继电器HHJ同时启动）→HBJA得电并自保持→合闸线圈HQ得电→断路器合闸→合闸到位后，机构辅助开关切断合闸回路→HBJA复位。

3）远方遥控合闸。HK打“远方”位置→4KK把手打至远方位置（15－16和19－20导通；17－18断开）→D014遥合触点闭合→SHJ得电（合后继电器HHJ同时启动）→HBJA得电并自保持→合闸线圈HQ得电→断路器合闸→合闸到位后，机构辅助开关切断合闸回路→HBJA复位。

合后继电器HHJ功能简介

传统二次控制回路里，开关4KK把手有“预分－分－分后、预合－合－合后”6个状态，其中“分、合”是瞬动的两个位置。4KK把手的“合后位置”“分后位置”接点的含义就是用来判断该开关是人为操作合上或分开的。“合后位置”接点闭合代表开关是人为合上的；“分后位置”接点闭合代表开关是人为分开的。4KK把手合后（分后位置）接点主要用在下列几方面：a.开关位置不对应启动重合闸；b.手跳闭锁重合闸；c.手跳闭锁备自投；d.开关位置不对应产生事故总信号。

智能终端操作回路中的HHJ继电器是从电力系统4KK操作把手的合后位置接点延伸出来的，同传统4KK把手所起作用一致，也主要应用在上述方面，HHJ继电器实际上就是一个双线圈磁保持的双位置继电器。该继电器有一动作线圈和复归线圈；当动作线圈加上一个“触发”动作电压后，接点闭合，此时如果线圈失电，接点也会维持原闭合状态；直至复归线圈上加上一个动作电压，接点才会返回，这时如果线圈失电，接点也会维持原打开状态。手动/遥控合闸时同时启动HHJ的动作线圈，手动/遥控分闸时同时启动HHJ的复归线圈，而保护跳闸则不启动复归线圈。HHJ＝1代

表开关为人为（手动或遥控）合上；HHJ＝0代表开关为人为（手动或遥控）分开。这样，HHJ继电器常开接点的含义即我们传统的合后位置，就完全模拟了传统4KK把手的功能。

智能组件下放LCP的智能设计方案分析及存在的问题

智能组件下放LCP的智能设计方案时，智能终端放置在LCP柜内，智能终端通过柜内电线与断路器控制回路连接，智能终端通过光缆与保护装置、计算机监控系统连接，智能组件与LCP的回路关系如图2所示。

图2方案与图1方案电气原理一样，区别在于智能组件与LCP的通信媒介不同和安装位置不同，虽有诸多优点，但也带来了诸多二次回路和运行维护上的问题，如：断路器的操作把手功能重复设计问题、手动操作无法启动合后继电器等问题，与当前电力系统的运行规范和操作习惯均有冲突。存在以下几个问题需要解决：

a）一个LCP柜有两把断路器操作把手SA和4KK，把手功能重复设计，不符合电力系统的运行习惯，不仅增加操作步骤，而且容易使运行人员产生混淆，给设备带来安全隐患。

b）一个LCP柜有两个“就地/远方”功能把手，分别是HK和4KK，功能重复设计，容易使运行人员产生混淆。

c）就地手动操作SA把手跳闸开关时无法启动HHJ合后继电器，无法闭锁重合闸和备自投功能。比如：就地操作SA把手跳闸开关后，HHJ合后继电器复归线圈无法得电，无法闭锁重合闸和备自投，可能引起后台系统误遥合开关，给检修人员带来危险。

改进回路设计方案

针对以上存在的几个问题，笔者提出以下改进方法：

a）根据电力系统的运行习惯，在LCP柜取消4KK把手，仅保留SA和HK把手，避免了LCP柜中存在两个开关操作把手和两个“就地/远方”功能的重复设计，使控制柜的操作面板清晰明了。

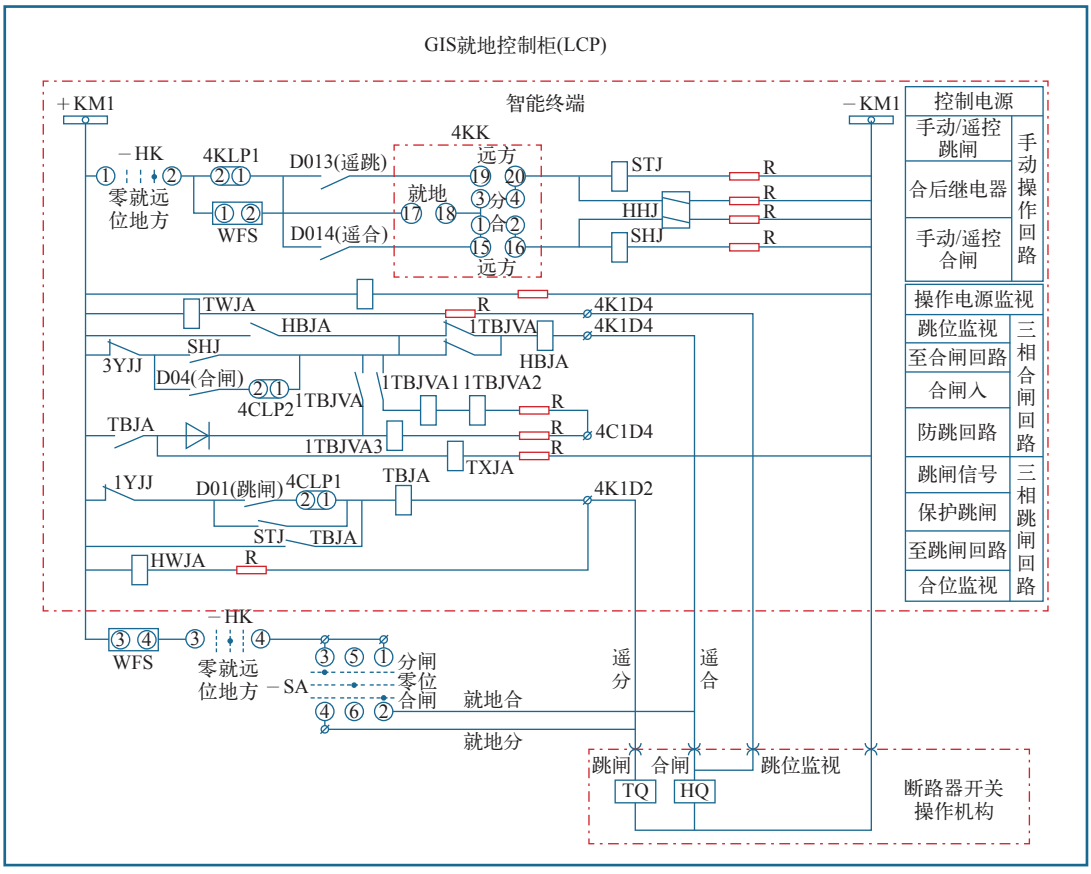

图 2

b）在SA把手增加两副接点分别接至HHJ合后继电器前端处，如图3中“图示1”，合闸信号（SA：5，SA：6）与HHJ继电器的动作线圈连接，分闸信号（SA：7，SA：8）与HHJ继电器的复归线圈连接，SA操作把手合闸或分闸时，相应的启动智能终端中HHJ合后继电器的动作线圈或复归线圈。

c）在遥控分合闸回路与HHJ连接处串接单向导通的二极管，如图3中“图示2”，防止“图示1”中新增的两副接点信号对遥控合闸和遥控分闸回路造成影响。

改进后的回路原理图如图3所示。

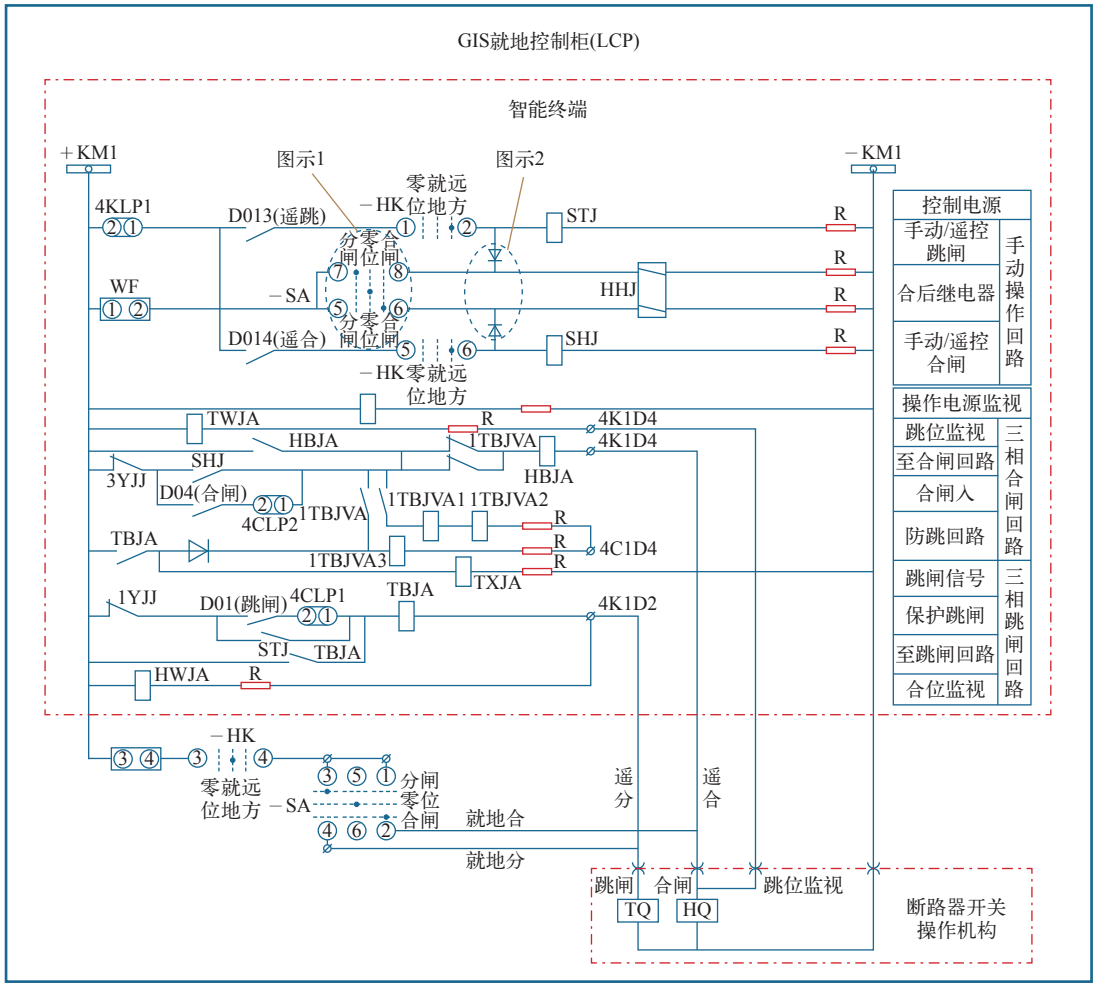

图 3

改进效果评价

根据改进后的方案，改进后的操作回路中保留一个操作把手（SA）和一个就地/远方把手（HK），避免使运行人员产生混淆；手动操作SA把手合/分开关时，SA把手的两副接点分别接通HHJ合后继电器的动作/复归线圈；遥控合/分开关时，遥合/遥分回路通过与HHJ回路串接的单向导通二极管分别接通HHJ合后继电器的动作/复归线圈；达到启动HHJ合后继电器闭锁重合闸和备自投的目的，有效解决智能终端下放LCP后的开关把手功能重复设计、手动操作无法启动HHJ合后继电器等问题，这样既延续了电力系统的传统习惯，同时也满足了变电站综合自动化技术的需要。

结束语

智能化变电站是将来的发展趋势，具有很多的优点，在应用过程中也出现了一些问题，如开关把手功能重复设计、手动操作无法启动合后继电器等问题；笔者通过分析电路原理，结合电力运行习惯，提出了一种回路改进的方案，对同类问题的研究解决具有一定的参考价值。**EA**

（收稿日期：2017.07.14）　　（编辑：白文亭）