如何做好220 kV智能化变电站生产准备工作

结合参加两座220 kV智能化变电站生产准备工作的实际经验，针对智能化变电站的关键点、关键环节展开分析，从网络、智能化设备及保护配合、一体化电源和顺序控制操作等智能化变电站的特殊和关键点具体阐述，提出了有针对性的要点和方法，从而做好220 kV智能化变电站生产准备工作。

李东 尚光伟 张海栋/国网南阳供电公司

李东/工程师

关键词/Keywords
智能化变电站·
智能单元·
合并单元·
顺序控制操作·

0 引言

智能变电站建设始经过2010、2011两年的试点建设，于2012年开始大规模建设，从国家电网公司基建部2012年58号文开始，新建变电站全部按照智能变电站建设，电网开始进入智能化时代。做好智能化变电站的生产准备工作，关系智能化变电站的健康投运，关系电网的可靠运行。笔者参加了两座220 kV智能化变电站的生产准备工作，总结了一些方法。

1 智能化变电站生产准备工作的主要工作内容

智能化变电站与传统的变电站生产准备的主要工作内容、工作流程本质上是一致的，均需提前入驻新建变电站，熟悉并掌握新建变电站的所有设备，保证变电站顺利投运的各项工作。变电运维人员对传统变电站生产准备的工作内容和工作流程掌握的比较好，毕竟近几年大量的传统变电站投入运行，使变电运维人员积累了很丰富的生产准备经验。因此，掌握智能化变电站区别于传统变电站的地方，抓住其关键点和关键环节，是做好智能化变电站的生产准备工作的关键。

2 抓好智能化变电站的关键点

2.1 智能化变电站的网络

智能化变电站大部分功能通过网络来实现的，掌握网络情况是掌握智能化变电站的一个关键环节。

1.掌握智能化变电站基本网络情况

智能化变电站的网络结构采用“三层两网”的结构模式，三层分别是站控层、过程层和间隔层，两网分别是过程层网络和站控层网络。

站控层网络仍与传统综自站一样采用的常规以太网络，过程层网络要确保220 kV和110 kV电压等级分开，A网和B网分开，确保架构合理，明白过程层组网方式，是google、sv共网，还是单独组网。

分清间隔各个具体设备属于站控层、过程层还是间隔层，把握“三层两网”的区分和所包含的设备。

2.理清每一个间隔的智能化设备之间的光纤联系和相关报文

理清每个间隔保护装置、测控装置、智能单元和合并单元的光纤联系，并绘制出来，如图1所示。

在图1中可以看出，保护装置如何采集电流和电压、如何实现保护跳闸，对整个间隔的智能化设备的联系有更进一步的掌握。结合联系图，制作光纤传

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

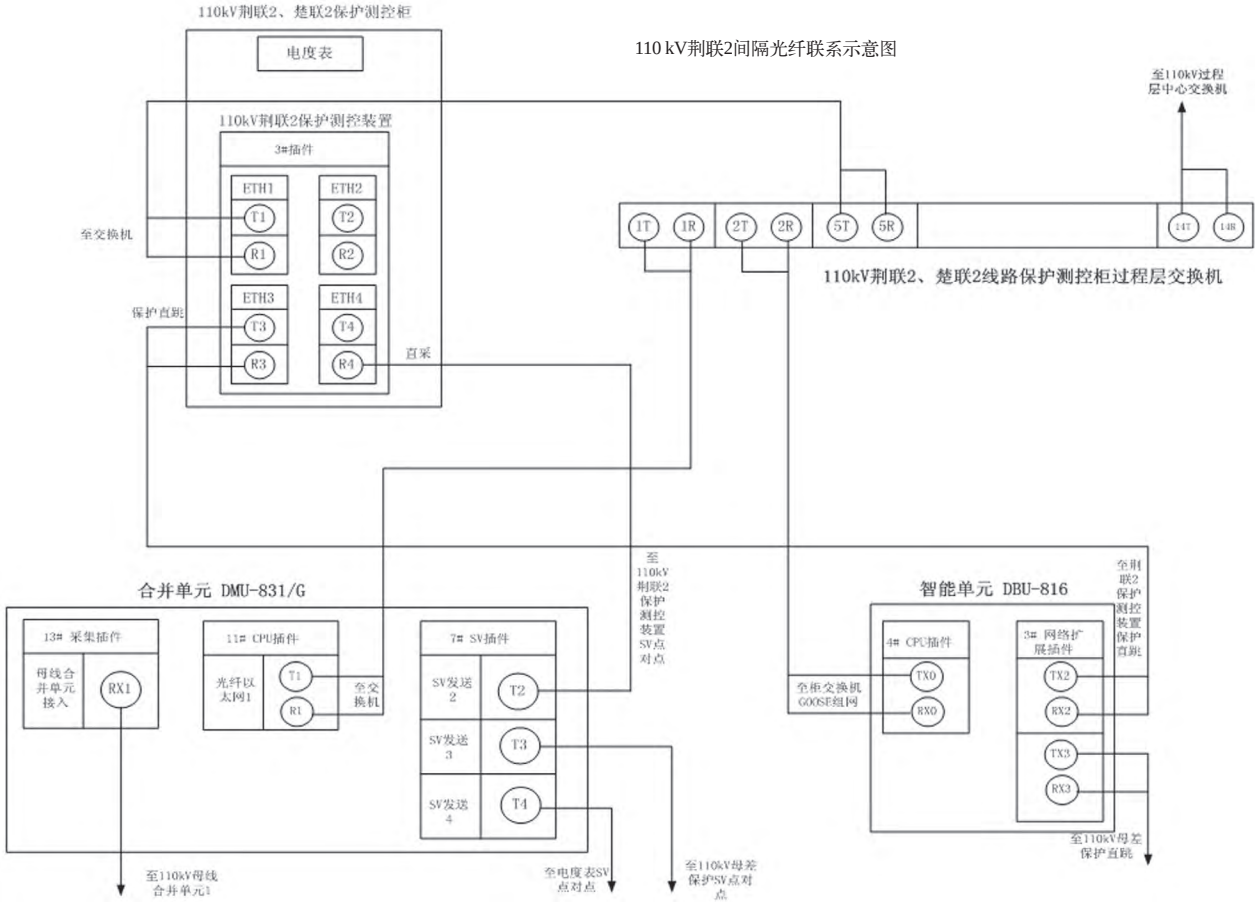

图1　简易母线保护故障分析图

动卡，并逐个光纤拔插进行传动，掌握具体的报文。如拔插合并单元13#采集插件RX1，后台机报：110 kV荆联线保护测控合并单元采集异常。这样在设备投运后，遇到相关报文，就可以很快找出原因，并进行处理。

2.2 保护装置、智能化设备的关键点

2.2.1 保护装置的跳闸回路

保护装置的跳闸回路分保护直跳和保护网跳。线路保护、主变压器保护、母差保护和失灵保护跳各支路开关使用的是保护直跳，主变压器后备保护跳母联使用的保护网跳。使用保护直跳的回路查清对应的光纤即可。保护网跳涉及的光纤链路比较多，比较复杂，如主变后备保护跳母联的光纤链路如下：主变保护装置—主变保护柜本侧交换机—中心交换机—母联间隔交换机—母联间隔智能终端柜智能单元（第一套保护对应A网交换机，第二套保护对应B网交换机），需要一一查清，并进行传动，以利于变电站投运后的运维。

2.2.2 220 kV各间隔启动失灵组网

220 kV失灵保护跳各支路开关是保护直跳，但各支路启动失灵保护是通过组网goose的方式组成链路。如220 kV各间隔起动失灵组网的链路如下：本间隔保护装置发起动失灵信号—保护柜交换机—中心交换机—220 kV母差保护装置（第一套保护对应A网交换机，第二套保护对应B网交换机），查清失灵组网，并进行传动。

2.2.3 掌握好220 kV双套保护闭锁重合闸的配合

220 kV电压等级采用双套保护、双重化智能终端配置，双套保护各自对应一套智能终端，在一套保护永跳时，另一套保护会因开关偷跳而重合。因此，在一套线路保护永跳时，需闭锁另一套保护的重合闸，此回路涉及了两台保护装置和智能单元的配置，回路较复杂，要关注其能正确、可靠动作。

2.2.4 掌握智能单元和合并单元

掌握智能单元和合并单元的功能，并注意其是否通过检测。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

1.要掌握智能单元的功能

220 kV电压等级配置双套智能单元，第一套智能单元智能单元集成了该间隔的开关、刀开关遥控功能，并与第一套保护装置配合；第二套智能单元仅用于和第二套保护装置配合。

主变本体智能单元集成了主变本体非电量保护及对应的出口压板，要实际传动，并根据保护方案投退。

110 kV智能单元一般配置单套智能单元，功能于220 kV电压等级的第一套智能单元一致。

2.要掌握合并单元

合并单元采集了电流互感器、电压互感器的二次电流和电压供保护、测控装置使用，采集电流和电压的合并单元一般单独配置。

要注意电压的合并单元、电压合并单元的采集方式和综自站的有所不同。

合并单元采集的是两个母线的同一类电压，如超220南表合并单元采集的是两条母线的第一组保护电压、计量电压和测量电压，用于220 kV电压等级的第一组保护装置、计量和测控装置；超220北表合并单元采集的两条母线的第二组保护电压，用于220 kV电压等级的第二组保护电压，如图2所示。

要注意110 kV PT合并单元的特殊，110 kV北表合并单元采集两条母线保护第一组保护电压、计量电压和测量电压，用于110 kV电压等级的线路保护、母差保护、第一套主变保护、计量和测控装置；110 kV北表合并单元采集两条母线保护的第二组保护电压，用于用于110 kV电压等级的第二套主变保护。110 kV北表合并单元损坏或失电，则110 kV各间隔，除主变间隔外，均失去保护、测量和计量电压。

3.注意合并单元型号、版本号和硬件配置检测合格

由于国网公司部分智能化变电站出现过交流电流采样数据不同步导致保护误动、合并单元通信受到干扰发出告警等情况的出现，严重影响了合并单元的正常运行。为防止此类情况的再次出现，要严格执行国调中心的规定，检查所有合并单元的型号、版本号和硬件配置是否检查合格。特别注意部分厂家的合并单元为应对检查，只是更改了合并单元的面板型号和软件版本号，其硬件未进行改变，仍使用的未经检测合格的产品，给以后的运维埋下隐患。确保合并单元按规定投运。

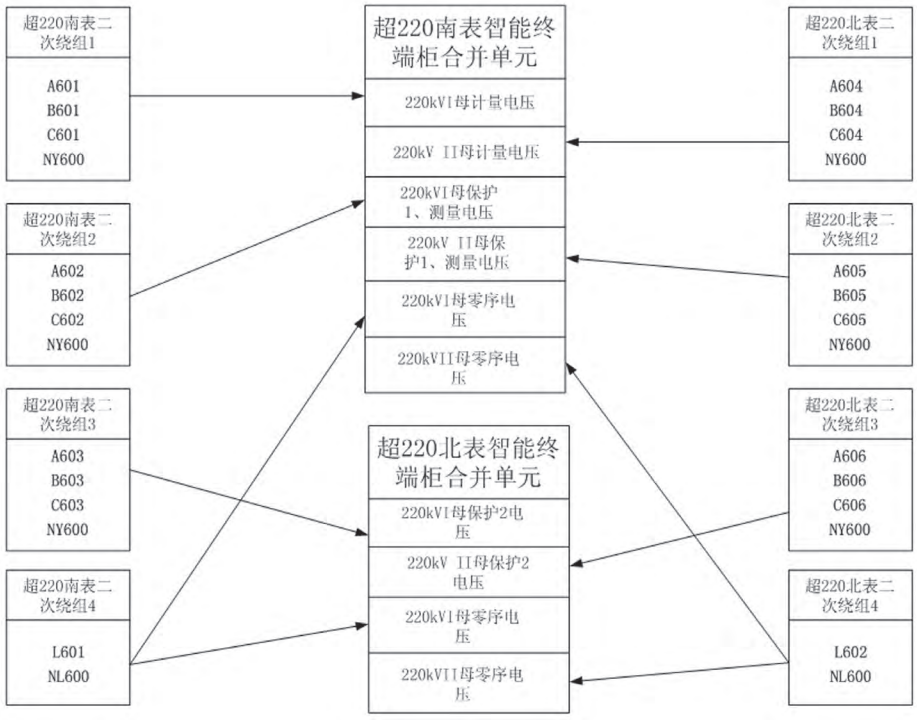

图2　220 kV二次回路示意图

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2.2.5保护装置、智能化设备的压板

智能化变电站的保护装置基本都为软压板，但仍保留一些硬压板，如保护装置的检修压板，智能单元的跳闸出口、合闸出口、刀开关遥控压板、检修压板和合并单元的检修压板等。要掌握保护装置的压板，需要掌握好软压板和检修硬压板的作用。

1.掌握特殊软压板的作用

软压板的很多功能于传统综自站的压板一致，只是把综自站的硬压板、软压板统一为软压板。但有一些特殊的软压板，需要明白作用，如XX1间隔投入的含义接收电流采样值，不投接收不到、“电流MU投入”控制电流是否参与保护计算和异常自检；“远方控制压板”软压板只能在就地更改，只有当该压板置“1”时，才能远方修改保护装置，其他没有明确指出不能远方修改的软压板。

2.掌握好检修压板的配合

正常运行时智能终端、测保装置和合并单元检修压板应置于退出位置。智能终端柜智能终端检修压板、合并单元检修压板与测保装置上的检修压板需对应。检修压板不对应时会报出“检修不一致”，并闭锁相关保护、刀开关和开关遥控操作。

保护测控装置与合并单元和智能单元的检修压板逻辑关系见表。

表　保护测控装置与合并单元、智能单元的检修压板逻辑关系

保护测控装置	0	1	0	1
智能单元	0	0	1	1
合并单元	0	0	1	1
采样	1	0	0	1
遥控	1	0	0	1
保护出口	1	0	0	1

注：其中1表示投入、有，0表示退出、无。

保护测控装置、合并单元和智能单元的检修压板在正常时全不投入；需要投入时，三个均需投入。

2.3 交直流一体化电源

智能化变电站的交直流一体化电源，将传统的综自变电站的交流、直流、逆变和通信电源整合，将对应的信息整合，统一为一个综合的监控平台上送数据。

（1）严格进线一体化电源传动，完善电源支路定义。由于一体化电源监控平台涉及的屏柜很多，要要求厂家、保护人员按运维要求给每面屏柜、每个支路定义并验收，给投运后的运维打下良好的基础。

（2）绘制完善的直流回路图。由于一体化电源直流部分，通信的直流电源使用DC－DC高频开关变换器直接挂于直流母线、一次设备区布置直流分电屏，使直流网络更加复杂。因此，不仅要绘制全站的直流回路图，也要绘制通信回路图、直流分电屏直流回路图，使运维人员通过查阅相关回路图，对全站的直流回路一目了然。

（3）掌握好直流回路每一支路的绝缘监察。由于智能化变电站的直流支路多、布置复杂，对应的直流绝缘监察装置配置也多，两段直流母线各配置一台、每个直流分电屏各配置一台，那么对应的绝缘监察需要认真进行验证。结合绘制好的全站直流回路图、直流分电屏直流回路图对每一支路进行验证，确保支路报文正确，方便运维后的直流接地查找处理。

2.4 顺序控制操作

电气设备顺序控制是指通过自动化系统的单个操作命令，根据预先规定的操作逻辑和五防闭锁规则，自动按规则完成一系列断路器和隔离开关的操作，最终改变系统运行状态的过程，从而实现变电站电气设备从运行、热备用、冷备用和检修等各种状态的自动转换。

（1）验证顺序控制操作的五防逻辑。由于顺序控制操作在监控主机上进行，其五防逻辑一般不与单独的五防机相配合，而是使用自身的五防逻辑。因此，运维人员需要检查其五防逻辑是否正确，并进行实际设备验证。在验证时，不仅要

（下转第401页）

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

能会带来保护误动、SOE事件顺序紊乱等影响电网安全的后果。因此，基于IEEE1588时间同步的智能变电站网络系统及设备均需要在设计时就要考虑抗网络压力的能力，并进行系统的抗网络压力测试。

参考文献

[1] 张洪源，王倩．基于IEEE1588的数字化变电站时钟同步技术的应用研究[C]. 西南交通大学，2010.

[2] 周旭峰，杨贵，袁志彬，等. 刘文慧.交换机流量限制技术及其在智能变电站的应用[J]. 电力系统自动化，2014，38（18）：114-118.

[3] 谢俊，李峰，冯维纲，等. 智能变电站IEEE1588时钟同步方案对比研究[J]. 华中电力，2011，24（6）：49-53.

[4] 刘明惠，赵晓东，司梦，等．智能变电站过程层网络流量管理方式研究与应用[J]. 电力系统保护与控制[J]，2012，40(23)：87-92.

[5] 崔全胜，魏勇，何永吉，等..PTP1588协议的分析，电力系统保护与控制[J]. 2011，39(10)：148-154.

[6] 于鹏飞，喻强，邓辉，等．电力系统自动化[J]. 2009，33（13）：99-103.

（收稿日期：2015-03-30）EA

作者简介

于同伟（1978-），男，硕士，高级工程师，主要研究方向为智能变电站相关技术研究。

吉明岐（1962-），男，高级工程师，主要研究方向为智能变电站相关技术研究。

（上接第393页）

验证正向操作，也要验证反向操作，即错误的步骤不能执行。每个间隔均需进行验证。

（2）编制顺序控制典型操作票。顺序控制操作票与正常的典型操作票有区别，需要编制单独的顺序控制典型操作票，并认真进行审核。在顺序控制操作票中，也应将软压板纳入，并在验证时注意软压板动作是否正确。

（3）掌握顺序控制操作的操作方法。顺序控制操作与常规的倒闸操作不同，在顺序控制操作时，一人在后台机调用顺序控制操作票，一人在现场在现场核查设备实际位置。运维人员要掌握在后台机中止顺序控制操作票的方法，并明确后台机操作人员应听从现场人员指令。在操作时，两人均应携带对讲机和顺序控制操作票，在操作开始时后台机操作人员大声唱票，在得到现场人员许可后，方可进行。现场人员要认真检查设备动作情况，遇设备异常时，后台机操作人员应听从现场人员指令，果断中止，再进行处理。

2.5 熟悉辅助控制系统

智能变电站辅助系统将传动综自变电站的视频监控系统、安全防范系统、环境监控系统、智能门禁系统、火灾自动报警系统和设备温度监测系统等辅助生产系统集成，统一接入一个综合监控平台。

运维人员要掌握各子系统的使用方法，如室内照明、风机和空调的关闭和开启方法，如门禁系统的密码设置，如视频监控的查看和调用等。

3 结束语

智能化变电站生产准备工作相对来说更加繁重，需要很大的耐心和责任心去完成，运维人员要把握好关键环节和关键点，做好此项工作，为变电站安全运行打下坚实的基础。

（收稿日期：2015-03-30）EA

作者简介

李东（1981-），男，工程师，主要从事高压变电管理与运行工作。

尚光伟（1979-），男，高级工程师，主要从事电网规划。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net