[变电站]

智能变电站预制舱远程可视化运维方案研究

文/涂福荣
厦门海洋职业技术学院海洋机电学院

预制舱是装配式智能变电站的重要组成部分。结合智能变电站远程可视化运维的要求，提出变电站二次设备预制舱远程运维系统的功能要求和配置原则，对预制舱辅助控制系统的设计方案及各子系统的联动要求进行深入研究，为预制舱的标准化设计、远程可视化运维的实施提供参考。

预制舱是装配式智能变电站的重要组成部分。目前针对智能变电站内预制舱的远程运维方案的系统研究较少，因此有必要对其配置方案和系统功能进行研究。本文提出智能变电站预制舱远程运维系统配置方案。首先探讨了图像监控、安防、消防和暖通等子系统的配置原则、自动控制方式，然后提出各子系统之间有效联动的方案，从而实现智能变电站预制舱的远程可视化运维。

预制舱远程运维系统的功能要求

1）实时监视预制舱内总体情况，包括舱内人员进出情况、设备运行情况、是否出现火灾等异常情况。

2）在主站端，运维人员对预制舱内设备进行远程操作时，图像监控系统能够自动切换到该设备并上传视频信号到主站端，从而实现预制舱内设备的远程可视化运维。

3）能够对预制舱内设备进行智能巡检。

4）对舱内暖通设备进行智能化控制，保证舱内温湿度满足二次设备环境运行的要求。

5）对舱内灯光进行智能化控制，实现远程启停灯光，节能环保。

6）当发生火灾时，能实现站内消防设施联动控制并及时报警，以便运维人员在第一时间采取措施，防止事故进一步扩大。

预制舱远程运维系统的配置原则

1）全面支撑远程运维。国家电网公司提出实现变电站运行一体化、维护一体化。预制舱的辅助控制系统应以实现变电站远程运行、远程维护及远程管理为目标，全面支持“三集五大”。

2）技术先进，扩展性好。

3）预制舱远程运维系统应具备高稳定性、高可靠性和抗电磁干扰性能。

4）功能齐全。监控系统不仅要具备基本的安防联动功能，而且要具备变电站设备跳闸、远控操作、故障监测和在线监测等联动功能，同时还要具备完善的I/O接口用于开启和关闭被控设备，集变电站的辅助设施的远控功能于一身。

5）操作方便。按“所见即所得”的设计理念进行系统设计，系统应采用多媒体计算机操作控制界面、电子地图，自由布防、撤防，自由增减监测设备，操作更加直观、准确、方便。

6）美观实用。舱内摄像设备应与舱体装饰统一，外形美观，能全方位无死角扫描，而且讲究布点的合理性。

7）智能化、信息化。预制舱控制系统应可视化、多媒体化和控制智能化。其辅助控制系统必须建立在信息高速传输的基础上，保证远方的无延迟传输。同时传输的信息也需多样化，不仅包括图像，还应包括站端处理过的数据等。

8）良好的性价比。在满足以上原则的基础上，还应选择性价比最佳的系统设备，降低整个系统的运行成本和维护成本。

预制舱远程运维系统构成及关键技术

预制舱远程运维系统主要包括图像监控、照明、通风、消防、安防和通信等。

1. 预制舱图像监控系统

预制舱内图像监控的目标主要包括舱内人员进出情况以及重要二次设备的运行情况，具体包括设备屏前显示灯及电源断路器状态等。预制舱内图像监控具体实施有以下三种方案。

1）重点监控位置配置固定摄像机。在预制舱入口配置摄像机，监视电气设备总体运行状态和人员进出情况；在重要二次设备屏前配置微距摄像机，用于监视屏前显示灯、电源断路器等情况。

2）配置智能巡检机器人。该方案仅适用于III型舱或拼接舱等空间比较大的预制舱。根据变电站运维的需求，在智能巡检机器人上配置不同类型的传感器，智能巡检机器人按预先设定的任务进行舱内电气设备巡视，自动识别设备状态，然后将实时数据、图像等信息上传给远程运维人员，完成预制舱远程运维任务。

3）轨道式摄像机配置方案。通过远程控制轨道式摄像机，对某电气设备的运行状态进行全面监视。

2. 照明控制系统

目前，变电站内的照明系统多是手动设计，在出现报警或异常等情况需要运维人员到现场查看时，无法及时采取有效的措施。为此，在变电站配置智能照明控制系统非常有必要。实现照明自动控制的措施主要有以下两种。

1）硬接线控制方式，接线方式如图1所示。该方案通过在智能控制器下配置带大功率控制回路的继电器，由继电器常开输出触点硬接线至照明控制面板。

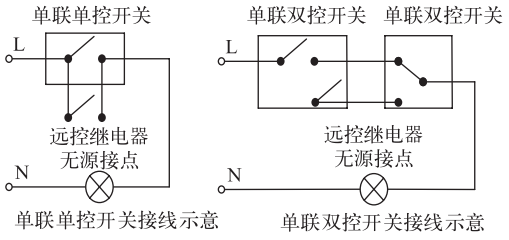

图1　硬接线控制照明接线原理图

2）可编址网络式控制，接线方式如图2所示。该方案通过主机控制就地智能电流触点控制器（单个控制器可最多带8路20 A电流回路）来实现远程控制。在该方案中，各房间的照明面板开关用可编址面板开关代替，编址面板上最多带8个夜光显示开关按钮，采用通信线连接到对应控制区域的控制器。硬接线控制方式和可编址网络式控制方式两种配置方案的优劣见表1。

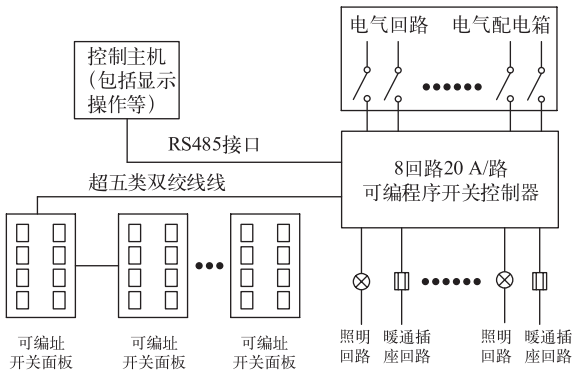

图2　可编址式网络控制照明接线方式示意图

表1　两种照明控制配置方案比较表

方案类别	优点	缺点
方案1	案例多，配置成熟；造价低，设备简单	智能化程度不够高，特别是就地开启后远方无法关闭
方案2	控制方便；布线简单，特别是后期修改简单	设备造价高；可靠性不够强，一旦网络线折断，将无法对灯光进行控制

3. 暖通自动控制系统

当前变电站内空调系统与通风系统大多采用手动操作切换，不能根据外界环境的变化及时切换运行，不具备遥控启停的功能，造成设备运行时间长、费用较高。实现暖通自动控制的措施主要有以下三种。

1）空调采用恒温自启动模式。将就地温湿度信号送入辅助控制系统，远方监视到某房间温湿度变化后通断空调电源，空调根据温湿度定值自动调整

室内温度。当空调故障时，房间内安装的温度传感器发出告警信号，通知人员处理。该方案的优点是实现简单，缺点是不能完全对空调实现远方遥控。

2）空调配置通信接口实现控制。通过配置带RS485通信接口的红外发射遥控器，采集预制舱内的温湿度数据，实现空调的远方遥控。但该遥控装置的尺寸偏大，存在安装在墙面柱面不太美观、安装在柜顶布线不方便及安装在天花板上检修不方便等缺点。

3）空调通过学习型遥控器控制。智能空调遥控器是专门针对普通空调实现远程监控而开发的具有自学习能力的“万能”遥控器，具有RS485通信接口、温湿度采集和自学习等功能，通过通信接口实现预制舱内空调系统的远程控制。

4. 安消防自动报警系统

根据GB 50116—2013《火灾自动报警系统设计规范》等安消防文件的规定，配置预制舱消防报警系统。通过安消防主机与图像监控系统主机的通信实现联动。

预制舱智能辅助控制系统联动方案

预制舱内辅助控制系统各子系统的联动不仅包括舱内子系统的联动，还包括与站内其他系统间的联动。

1）图像监控系统与变电站自动化系统联动，在设备发生故障时能够将图像信号上传调度及集控中心。图像监控系统位于安全IV区，而变电站自动化系统位于安全I区，为解决跨区问题，参照以往工程建设经验，图像监控系统通过RS485串口与变电站监控系统通信，通过信息单向传输，实现安全分区。

2）图像监控系统与照明系统联动。在监视的设备区域光线不足时，摄像机联动开启相应的照明设备，以满足设备监视的需求，事后能够远程关闭对应的灯光设备。

3）图像监控系统与火灾报警系统、消防系统等联动。当发生火灾时，火灾报警系统发出警报并联动摄像头监视现场的情况。运行人员在确认不存在系统误报后，通过遥控火灾报警系统实现切非，然后启动消防系统灭火，从而消除火灾事故。

4）暖通系统与温湿度采集系统联动。通过室内温湿度采集系统采集的数据控制对应的暖通设备的开启和参数设定，实现理想的运行环境。

5）图像监控系统与入侵、水浸报警系统联动。预制舱内的入侵、水浸报警系统发出报警时，联动舱内摄像机进行监视，并在后台监控主站显示报警区域和发出报警信号，同时在夜间可开启该处灯光照明。

结束语

本文对智能变电站预制舱的远程运维方案进行了研究，提出了预制舱智能辅助系统的功能要求和配置原则，在此基础上分析了系统构成和关键技术，具体包括预制舱图像监控、照明控制、安防、消防和暖通的配置及各子系统的联动要求。该方案实现了预制舱舱内情况和设备运行情况的监视，舱内照明、温湿度的自动控制与联动，为预制舱的标准化设计和远程可视化运维的实施提供参考。EA

（收稿日期：2022-10-16）

参考文献

[1] 朱秀琴，卫银忠．变电站二次设备预制舱的设计技术探讨[J]．能源与环境，2015(6)：26-29．

[2] 孙建龙，鲁东海．基于预制舱的配送式智能变电站设计[J]．江苏电机工程，2014(5)：43-47．

[3] 王欣，孙鹏．智能变电站中指针式仪表图像自动识别方法[J]．电气技术，2016(5)：7-10．

[4] 梁灼勇，冒杰，江婕，等．智能变电站视频及环境监控系统[J]．机电工程技术，2018，47(7)：60-62，79．

[5] 赵智成，赵娜，鲁东海，等．机架式预制舱三维精细化设计探讨[J]．电力勘测设计，2018(12)：29-34．

[6] 金晶，郑紫尧．智能变电站预制舱二次设备布置及走线方案优化研究[J]．机电信息，2020(29)：56-57．

[7] 孔祥雯．500 kV无人值守新一代智能变电站辅助控制系统的设计与研究[D]．郑州：郑州大学，2014．

[8] 牛亮，王沙沙，李满春，等．智能变电站二次回路故障智能诊断技术研究[J]．电气应用，2022，41(3)：22-27．