浅谈对化工厂内35kV及以下变电所的综合自动化

摘要：35kV变电站综合自动化系统的设计，主要遵循电网调度自动化的整体需要，其配置、功能要满足电网安全、经济、信息分层传输、资源共享等要求。本文以35kV及以下变电站自动化系统的设计为指导思想，对设计工作进行相关讨论。

关键词：变电所；配电网；综合自动化；电气主接线；互感器

0引言

化工厂内35kV及以下区域变电所的建设是工厂内非常关键的项目，在建设过程中，由于技术要求高、投入资金大、电力设施较多等因素，对变电所工作人员的各项能力有较高的要求。因此，管理部门要提高变电站的运行和管理水平，使其达到自动化，从而提高变电站运行的可靠性和经济效益。

在此背景下，新型微型二次装置的使用及对传统分立装置的替代，使保护、控制、监控、远动等多种功能得以加强，实现了设备和信息的共享，使变电站设计布局更趋于简洁、紧凑，运行也更加安全、可靠。变电所集成控制系统采用现代计算机技术和通信技术，改造原有的二次设备结构，对系统结构进行大幅简化，不仅实现了数据共享，而且其布线结构更加简便、二次设备占用空间更少，使得35kV以下变电站呈现全新的面貌[1]。

1电气主接线的方案解析

主接线应该以工作可靠、简洁明了、易于使用为原则，并且具有发展空间。设计方案为35kV接线两回为主的变压器进线和内桥线路，10kV母线采用母线分段配线，10kV出线25条线路，其中2条电容补偿线路，10kV线路全部为高压真空断路器。变压器的中性点接地方式是35kV侧无接地，10kV侧的中性点经消弧线圈接地，10kV侧均为电缆出线。因此，在10kV侧均为电缆，故而采用消弧线圈进行补偿。由于10kV主变侧无中性点，故采用了变电站与消弧线圈共用的接地变压器，并可以调整各消弧线圈的容量。本方案以300MVA的短路能力为基础，对短路电流进行了分析，确定了装置的选型。

主变压器选用有效节能、低损耗、有载调压变压器（S11-35型），容量按供电地区的实际负载及计划负载而定，变压器容量为20MVA。35kV装置采用全封闭的复合绝缘金属铠装式开关柜，箱体内部装有高压真空开关，主变压器是三相双绕组自冷却风机有载调压变压器S11-20000/35，其阻抗电压Uk%=8.35±3×2.5%/10.5kV。10kV装置采用金属铠装移动开关柜，箱体内部装有高电压的真空开关。从测量准确度的角度来看，变压器的测量精度都达到了0.2s级。10kV分段母线配有一套并联电容器和一套消弧线圈设备。

在大楼楼顶安装接闪网，以防止直接雷击。在35kV、10kV母线、电容器、10kV出线等处，采用具有优良防护性能的金属氧化锌避雷器。35kV区域变电所的调度和管理工作，应当将遥测、遥信、遥控等信息发送到上级220kV变电站。将公用的测控设备，集中于电力监控室内。电力供应采用SBH15-M-630/10变电站的10kV变压器，并将其与10kV的母线相连接。整个变电所里都安装了工作灯和意外灯，在断电情况下，应急照明电路可自动转换到EPS供电系统。

2 35kV变配电所主接线方案

通过对各种有关数据的分析，发现采用低损失的节电变压器是减少电力损耗的有效途径。当电压偏差达不到规定值时，35kV降压变电站应优先选用有载调压变压器。35kV变电站的主接线通常为单母线、单母线分段、双母线接线、单元接线、内桥、外桥，具体的实现要结合实际情况来确定[2]。35kV变电站的主接线，需要依据变电站在电网中的地位、进线和出线回路数量、设备特点和负载特性来决定。同时还需要满足供电可靠、操作灵活、操作维修方便、节约投资以及方便扩建的需要。

变电站的主要线路应满足安全可靠、灵活、经济的基本需求。其中，安全包含了设备和人员的安全。可靠度应符合一级负荷和二级负荷对供电可靠性的要求。灵活运用小的开关，可适应多种工况，维修时使用方便，并可以适应负载发展，方便扩展，尽可能简化接线，减少投资，减少占地，降低运行费用。35kV变电站一般有两种类型，一种是户内式，另一种是室外式。户内式操作简单，维修简单，占用空间少。而室外式的建筑成本较低，能安装报警装置，散热状况良好。由此可见，户内式的优势和室外式的优势相辅相成，因为厂房占地面积有限，所以采用了户内布局，即35 kV和10kV配电装置，主变压器采用户内安装。

3供电可靠性分析

电力供应的可靠性是指不中断的电力供应。电力供应中断不但会对化工厂生产造成一定的影响，还会对设备形成损害，严重时会导致人员伤亡、发生爆炸，造成严重的负面影响。比如，电力供应中断对主要生产设备的运行造成影响，严重时会导致关键工序的连续性，造成重大的经济损失，即便是恢复了电力供应，也需要很长一段时间。为了保证供电的可靠性，对这些关键的用电设备，需要采用双回路的供电模式。保证供电质量，保证电压波动的技术指标。

交流电的频率直接影响到交流电机的工作性能，而频率的变化则会对其速度产生一定的影响。《电能质量电力系统频率偏差》中，对50Hz额定频率的交流电要求标准是其频率与标称值的偏差不允许超出±0.2~±0.5Hz，也就是±0.4%~±1%[3]。电压限制是衡量电网质量的另一个重要指标。电压偏差是指电气装置的实际电压与运行中的额定电压之间的差异。耗电设备对电压偏差有一定的适应性，但当电压偏差增大时，会影响电气设备的性能，甚至会导致设备故障。例如，白炽灯在超过其额定电压5%的情况下运行，则会减去一半的使用寿命。因此，国内对电气设备的电压偏差有明确的规定。如电机的电压偏差不得超过额定电压的±5%，灯泡的电压偏差不得超过额定值的-3%和-2.5%。

4变电站系统数据链路整体设计分析

4.1综合自动化系统结构

变电站综合自动化系统采用分层分布式结构，分层分布式监控系统实现了信息资源共享，充分发挥和利用了计算机系统整体资源和效率，是目前监控系统的主流方式。该系统包括一个隔离层和一个站控层，该隔离层与站控层之间采用双以太网相互连接。符合IEC61850标准。隔离装置包括：I/0测控装置、继电保护装置、多功能电表、低压电动机保护器等智能化设备。通过通信管理器和以太网交换器将所有的智能装置连接到站控层，所有的智能设备支持Modbus通

信规约。在间隔层分别设置若干台通信管理机，该通信管理机应采用嵌入式应用的工业通信计算机，所有的串口设备通过通信管理机（通信协议采用Modbus）和以太网交换机接入站控层，所有的以太网设备通过以太网接口与本地交换机连接后接入站控层，所有的通信接口具有隔离保护功能。

站控层设备主要实现对各类监控图像、图形曲线的调用、控制指令的发布、各类报告、操作票、数据库的产生、管理、打印事故报警、控制间隔层设备的打印、监控、管理、控制间隔层等，构成全站监控、管理中心、与远程监控中心通信。站控层主要包括监控主站、工程师站、综合应用服务器、数据库服务器、保护管理工作站、OPC服务器、通信服务器、打印机、等设备组成。监控主站采用双机热备模式，正常情况下由监控主站完成整个变电所监控功能，备用主站处于热备用状态。当监控主站一旦出现故障，备用主机立即提升为监控主站，完成监控主站的一切功能，当监控主站恢复正常后，备用主机又将监控权交给监控主站，备用主站继续处于热备用状态，双机切换无扰动。

4.2控制系统数据流

控制系统按需要分为多层结构，分别为底层的设备层、间隔层、站控层。各层次内部及层次之间采用高速网络通信，通信媒介为网络线或光纤。

平台软件按作业区、采油区、计量站的管理方式设计，完全与实际的管理方式吻合。同时还考虑到该系统是一个平台，各个页面采取数据库管理的方式进行管理，非常适应第三方软件的嵌入等扩展性。

4.3子系统相关说明

4.3.1监控功能

数据的收集与处理：从生产工艺中获取模拟量、数字量、温度测量等，其中包括CT、PT、配电设备保护、直流系统、电力系统等。报警处理分为事故报警和预先报警两类。打印和记录由电脑站控制系统根据规定的格式，将所需的各项资料，通过打印机向打印纸张输出。统计计算是统计、分析和计算实时数据。

系统状态监视是对断路器位置，隔离开关位置等开关量信号监视，同时还能对装置本身的自检、断路器事故跳闸、母线接地、各种保护动作信号进行监视。操作员工作站能对各回路主要电力参数、通信状态、故障、保护动作状态，以数字、文字、图形、表格、曲线等形式的动态显示。监控每一环，监控期间的运行参数的变化和状态都会在显示屏上显示。

当通信出现故障时，可将通信中断时的数据全部自动或唤醒，并在数据出现异常时进行提示，以确保数据的连续、完整、准确。还可以监测多种供电系统参数，除了可以监测电压、电流、频率等常规电力参数外，还可以测有功、无功、MD等，谐波分量显示等，使各回路处在综自系统的监视之下[4]。

数据库维护是工程师可以通过互动的方法，在线对数据库中的数据项目进行修改、添加和删除。图形接口是将显示在显示屏上的各类信息以报告、图形、声光等不同方式向操作人员实时显示。时钟同步由变电所控制的电脑监视系统，从导航系统发送的定时信号，并对每一台有时钟的设备，如隔离层和站级电脑，进行同步，以确保各部分的时钟同步率，满足要求。维护职能是由变电站的管理人员在工作站上进行管理、维护、扩充等工作。事故记录是保护动作信息，断路器/断路器状态的改变，保护功能的输入/退出，本地/远程切换，连锁控制命令，自动报警等。

电能管理是能按日/自然月/自然年自动地计算各装置的用电量。通过数据对比，计算出各装置的能效，方便用户添加/减少用电回路。操作票能按工作票自动生成操作票，并具有操作模拟功能，验证操作正确性。仿真培训是运用文字解说、图像、视频、视频、二维动画、虚拟仿真等多种形式，以图文并茂、视听结合、虚拟互动等多种形式进行创作。

4.3.2管理功能

设备管理：建立统一的动态设备台账，关注所有设备的历史运行状态、制定检修维护计划、检修历史、缺陷信息、更换历史、维护历史、备件情况等数据，通过设备出入库流程、设备安装卸载流程、设备维修维护更换流程对设备台账进行动态更新，保证设备台账与现场设备的实际情况相符，为设备的全生命周期管理提供支撑。

5安科瑞AcrelCloud-1000变电所运维云平台

5.1概述

基于互联网＋、大数据、移动通讯等技术开发的云端管理平台，满足用户或运维公司监测众多变电所回路运行状态和参数、室内环境温湿度、电缆及母线运行温度、现场设备或环境场景等需求，实现数据一个中心，集中存储、统一管理，方便使用，支持具有权限的用户通过电脑、手机、PAD等各类终端链接访问、接收警报，并完成有关设备日常和定期巡检和派单等管理工作。

5.2应用场所

适用于电信、金融、交通、能源、医疗卫生、文体、教育科研、农林水利、商业服务、公用事业等行业变配电运行维护系统的新建、扩建和改建。

5.3系统结构

系统可分为四层：即感知层、传输层、应用层和展示层。

感知层：包含变电所安装的多功能仪表、温湿度监测装置、摄像头、开关量采集装置等。除摄像头外，其它设备通过RS485总线接入现场智能网关RS485端口。

传输层：包含现场智能网关和交换机等设备。智能网关主动采集现场设备层设备的数据，并可进行规约转换，数据存储，并通过交换机把数据上传至服务器端口，网络故障时数据可存储在本地，待网络恢复时从中断的位置继续上传数据，保证服务器端数据不丢失。

应用层：包含应用服务器和数据库服务器，若变电所数量小于30个则应用服务器和数据库服务器可以合一配置。服务器需要具备固定IP地址，以接收各智能网关主动传送过来的数据。

展示层：用户通过手机、平板、电脑等多终端的方式访问平台信息。

5.4系统功能

5.4.1用能月报

用能月报支持用户按总用电量、变电站名称、变电站编号等查询所管理站所的用电量，查询跨度可设置为月。

5.4.2站点监测

站点监测包括概况、运行状态、当日事件记录、当日逐时用电曲线、用电概况。

5.4.3变压器状态

变压器状态支持用户查询所有或某个站所的变压器功率、负荷率、等运行状态数据，支持按负荷率、功率等升、降序

排名。

5.4.4运维

运维展示当前用户管理的有关变电所在地图上位置及总量信息。

5.4.5配电图

配电图展示被选中的变电所的配电信息，配电图显示各回路的开关状态、电流等运行状态及信息，支持电压、电流、功率等详细运行参数查询。

5.4.6监控

监控展示了当前实时画面（直播），选中某一个变配电站，即可查看该变配电站内信息。

5.4.7电力运行报表

电力运行报表显示选定站所选定设备各回路采集间隔运行参数和电能抄表的实时值及平均值行统计。

5.4.8警报信息

对平台所有警报信息进行分析。

5.4.9任务管理

任务管理页面可以发布巡检或消缺任务，查看巡检或消缺任务的状态和完成情况，可以点击查看任务查看具体的巡检信息。

5.4.10用户报告

用户报告页面主要用于对选定的变配电站自动汇总一个月的运行数据，对变压器负荷、配电回路用电量、功率因数、警报事件等进行统计分析，并列出在该周期内巡检时发现的各类缺陷及处理情况。

5.4.11APP监测

3.12APP支 电力运维手机支持“ 监控系统 ”、“ 设备档案 ”、“ 待办事项 ”、“ 巡检记录 ”、“ 缺陷记录 ”、“ 文档管理 ”和“ 用户报告 ”七大模块，支持一次图、需量、用电量、、曲线、温湿度、同比、环比、电能质量、各种事件警报查询，设备档案查询、待办事件处理、巡检记录查询、用户报告、文档管理等。

5.5系统硬件配置

应用场合

型号

外观图

型号、规格

变电所运维云平台

AcrelCloud-1000

AcrelCloud-1000变电所运维云平台基于互联网＋、大数据、移动通讯等技术开发的云端管理平台，满足用户或运维公司监测众多变电所回路运行状态和参数、室内环境温湿度、电缆及母线运行温度、现场设备或环境场景等需求，实现数据一个中心，集中存储、统一管理，方便使用，支持具有权限的用户通过电脑、手机、PAD等各类终端链接访问、接收警报，并完成有关设备日常和定期巡检和派单等管理工作。

网关

ANet-2E4SM

4路RS485串口，光耦隔离，2路以太网接口，支持ModbusRtu、ModbusTCP、DL/T645-1997、DL/T645-2007、CJT188-2004、OPCUA、ModbusTCP（主、从）、104（主、从）、建筑能耗、SNMP、MQTT；（主模块）输入电源：DC12V～36V。支持4G扩展模块，485扩展模块。

扩展模块ANet-485

M485模块：4路光耦隔离RS485

扩展模块ANet-M4G

M4G模块：支持4G全网通

中压进线

AM6-L

三段式过流保护（带方向、低压闭锁）、过负荷保护、PT断线告警、逆功率保护、三相一次重合闸、低频减载、检同期、合环保护、断路器失灵保护

APM810

三相（I、U、kW、kvar、kWh、kvarh、Hz、cosΦ），零序电流In；四象限电能；实时及需量；电流、电压不平衡度；负载电流柱状图显示；66种警报类型及外部事件（SOE）各16条事件记录，支持SD卡扩展记录；2-63次谐波；2DI+2DO

RS485/Modbus；LCD显示；

中压进线

APView500

相电压电流＋零序电压零序电流，电压电流不平衡度，有功无功功率及电能、事件告警及故障录波，谐波（电压／电流63次谐波、63组间谐波、谐波相角、谐波含有率、谐波功率、谐波畸变率、K因子）、波动／闪变、电压暂升、电压暂降、电压瞬态、电压中断、1024点波形采样、触发及定时录波，波形实时显示及故障波形查看，PQDIF格式文件存储，内存32G,16D0+22D1,通讯

2RS485+1RS232+1,3以太网接口（＋1维护网口）＋1USB接口，支持U盘读取数据，支持61850协议。

中压馈线

AM6-L

三段式过流保护（带方向、低压闭锁）、过负荷保护、PT断线告警、逆功率保护、三相一次重合闸、低频减载、检同期、合环保护、断路器失灵保护

APM810

三相（I、U、kW、kvar、kWh、kvarh、Hz、cosΦ），零序电流In；四象限电能；实时及需量；电流、电压不平衡度；负载电流柱状图显示；66种警报类型及外部事件（SOE）各16条事件记录，支持SD卡扩展记录；2-63次谐波；2DI+2DO

RS485/Modbus；LCD显示；

低压进线

AEM96

三相电参量U、I、P、Q、S、PF、F测量，总正反向有功电能统计，正反向无功电能统计；2-31次分次谐波及总谐波含量分析、分相谐波及基波电参量（电压、电流、功率）；电流规格3×1.5(6)A，有功电能精度0.5S级,无功电能精度2级；工作温度：-10°C～+55°C；相对湿度：≤95不结露

低压出线

AEM72

三相电参量U、1、P、Q、S、PF、F测量，总正反向有功电能统计，正反向无功电能统计；2-31次分次谐波及总谐波含量分析、低压出线分相谐波及基波电参量（电压、电流、功率）；电流规格3x1.5(6)A,有功电能精度0.5S级，无功电能精度2级

ADW300

三相电参量U、I、P、Q、S、PF、F测量，有功电能计量（正、反向）、四象限无功电能、总谐波含量、分次谐波含量（2～31次）；A、B、C、N四路测温；1路剩余电流测量；支持RS485/LoRa/2G/4G/NB；LCD显示；有功电能精度：0.5S级（改造项目）

无线测温

ATE-400

合金片固定，CT感应取电，启动电流大于5安培,测温范围－50-125℃,测量精度±1℃;传输距离空旷150米

ATC-600

两种工作模式：终端、中继。ATC600-Z做中继透传，ATC600-Z到ATC600-C的传输距离空旷1000m,ATC600-C可接收ATE系列传感器、

AHE等传输的数据，1路485,2路警报出口。

环境温湿度

WHD

WHD温湿度控制器产品主要用于中高压开关柜、端子箱、环网柜、箱变等设备内部温度和湿度调节控制。工作电源：AC/DC85～265V工作温度：-40.0℃～99.9℃工作湿度：0RH～99RH

水浸传感器

RS-SJ-*-2

接触式水浸传感器，监测变电所、电缆沟、控制室等场所积水情况，工作电源：DC10-30V工作温度：－20℃+60℃工作湿度：0%RH~80%RH响应时间：1s继电器输出：常开触点。

摄像机

CS-C5C-3B1WFR

支持720P高清图像，支持分辨率可达到130万像素（1280*960)内置麦克风与扬声器具有语音双向对讲功能，支持萤石云互联网服务，通过手机、PC等终端实现远程互动和观看。

烟雾传感器

BRJ-307

光电式烟雾传感：电源正端（DC12V):+12V

继电器输出：常开触点

门禁

MC-58(常开型）

常开型；感应距离：30-50mm材质：锌合金，银灰色电度，干接点输出。

配套附件

ARTU-K16

常开型；感应距离：30-50mm材质：锌合金，银灰色电度干接点输出

KDYA-DG30-24K

输出DC24V;24V电源

6结语

化工厂区35kV变电所综合自动化控制系统，解决了传统保护装置无法与外部通信的不足，将控制、保护、数据采集、监控、数据传输等多个主要模块整合在一起，实现了数据的共享。该系统包括保护装置、数据采集装置、事件和故障录波装置、控制操作闭锁装置、同步装置、通信装置、数据处理及记录装置和自诊断装置等。

近几年，越来越多的化工厂区35kV变电所采用了计算机集成自动化，并且陆续投入运行，这也充分体现了化工厂区35kV变电所自动化技术的日趋成熟和无可比拟的优势，达到减人增效、降低工程造价的目的，以保障变电站可靠运行和提高经济效益。

参考文献

[1]党延辉.35kV变电所综合自动化系统的开发与设计[J].河南科技,2013,1.

[2]张健.35kV及以下变电所常见设计问题分析[J].安徽建筑,2021,4.

[3]郭刚,谢晓东,等.煤矿采区变电所智能监控系统设计[J].自动化与仪器仪表,2022,6.

[4]范维斌.变电所电气设备安装出现的问题探讨[J].中国设备工程,2021,13.

[5]朱中原.化工厂内35kV及以下变电所综合自动化[J].中蓝连海设计研究院

[6]安科瑞企业微电网设计与应用设计,2022,05版.

李海燕18702111965

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/news/209505.html