

[变电站]

110 kV智能变电站在企业电网中的设计及优化

文/中油电能供电公司电力调度中心 张宝庆

社会经济的发展和科学技术的进步，带动了信息技术的应用，也带动了电力系统逐渐向着智能化的方向发展。作为未来变电站发展的必然趋势，智能变电站对于传统变电站提出了巨大的挑战，也在不断发展和完善。针对智能变电站的特点，对110 kV智能变电站的设计要点进行了分析，并结合相应的工程实例，对其设计方案进行了探讨。

智能化变电站是由智能化一次设备（电子式互感器、智能化开关等）和网络化二次设备分层（过程层、间隔层和站控层）构建，建立在IEC 61850标准和通信规范基础上，能够实现变电站内智能电气设备间信息共享和互操作的现代化变电站。智能化变电站采用先进、可靠、集成和环保的智能设备，以全站信息数字化、通信平台网络化和信息共享标准化为基本要求，自动完成信息采集、测量、控制、保护、计量和监测等基本功能，并可根据需要支持电网实时自动控制、智能调节、在线分析决策以及协同互动等高级功能的变电站。智能化变电站技术是变电站自动化技术发展中具有里程碑意义的一次变革，对变电站自动化系统的各方面将产生深远的影响，在系统可靠性、经济性和维护简便性等方面均比常规变电站有较大提升。

设计概况

110 kV某变电站是某大型油田第一座智能变电站，站内设置数字化继电保护和自动装置。站内设备建立在IEC 61850通信技术规范基础上，实现信息采集数字化、通信平台网络化、信息共享标准化和系统功能集成化等技术特征。数字化保护设备在控保原理上与传统微机保护没有太大区别，二者的主要区别在设备布置、数据通信协议

和方式等方面。

1. 设备布置

数字化继电保护与传统微机保护相比，设备中增加了智能组件（智能终端和合并单元）。合并单元（Merging Unit, MU）：对一次互感器传输过来的电气模拟量进行合并和同步处理，并将处理后的数字信号按特定格式转发给间隔层（保护测控等）设备使用。智能终端（Smart Terminal, ST）：进行实时数模及模数转换，实现对一次设备的控制、信号采集等功能。

本次设计变电站110 kV、35 kV、主变压器保护及综合测控均采用数字化设备，采用电磁式互感器经合并单元采样方式；6 kV采用常规微机保护设备。

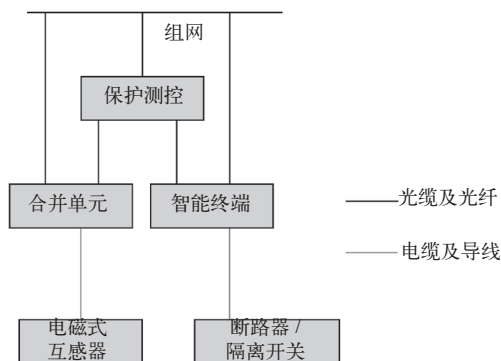


图1 数字化保护装置连接示意图

2. 网络布置

整站网络建立在 IEC 61850 通信技术规范基础上,采用分层分布式系统,网络结构由站控层、间隔层和过程层组成。过程层 SV/GOOSE、站控层 MMS 网络完全独立,装置采用独立的数据接口接入不同网络。其中,过程层 SV/GOOSE 网各电压等级需独立,主变压器 SV/GOOSE 网可独立或接入最高电压等级。

3. 数据传输

根据规范要求,数字化保护设备采样和跳合闸均采用光纤点对点通信方式。数字化设备间的相互起动、相互闭锁和位置状态等信息采用网络传输方式。常规保护装置采用电缆连接方式。

技术设计关键点

1. 设备布置

根据《110 (66) kV~220 kV 智能变电站设计规范》,智能组件宜下放安装至一次设备智能控制柜内,省去这部分一次设备和二次设备间的控制电缆,由一次设备控制柜直接用光缆与保护设备连接,以减少数字化变电站内控制电缆数量,便于后期施工和维护。

2. 光缆设计

除线路保护专用通道外,站内宜采用多模光纤,选择光纤线径时需由数字化保护厂家确认。站内光缆宜采用非金属加强芯光缆,这种光缆相对柔软,便于施工敷设。站外宜采用铠装非金属加强芯阻燃光缆,当采用槽盒敷设时,宜采用非金属加强芯阻燃光缆。

每根光缆宜备有 2~4 芯,光缆芯数宜选 4、8、12 和 24 芯。其中,电流、电压和跳合闸控制回路等需要高可靠性的接线,应采用相互独立的光缆,其余起始点相同的光缆宜整合。

3. 控制电缆设计

主变压器非电量保护由本体智能终端实现,根据规范要求主变压器及电抗器非电量保护应采用电缆直接跳闸,应敷设本体智能终端至主变压器各侧智能终端的跳闸控制电缆,此处与其他光缆跳闸回路有所不同。

母线 PT 合并单元已经具有电压并列功能,但是只能通过光口传输给数字化保护和数字式电能表使用。如果站内仍使用电子式电能表,需要另增设电压并列装置,三相计量电压通过控制电缆传输至电能表。

4. 虚端子设计

在传统的微机保护中,互感器二次输出及

一次设备开关量通过控制电缆接入端子。由于 GOOSE、SV 输入输出信号在网络上传输的变量,与传统屏柜上的端子存在对应关系,为了形象地理解和应用这些信号,将其称为虚端子。

IEC 61850 建模标准虽未明确规定二次虚拟回路的建模方法,但标准中规定可以在逻辑节点的 Inputs (输入) 部分绑定外部信号,虽然包含的信息有限,但仍能满足虚拟二次回路的应用,包括配置全站 SCD、统一映射等应用。在实际工程中,虚端子设计可以采用表格形式进行虚拟连线。

优化方案

1. 设备布置优化

在设计中,由于用户单位要求,110 kV 智能组件未安装于一次设备控制柜内,独立组柜安装于一次设备控制柜旁,造成保护柜与控制柜之间连有 14 根控制电缆,增加了施工工作量,也不便于日后维护检修。

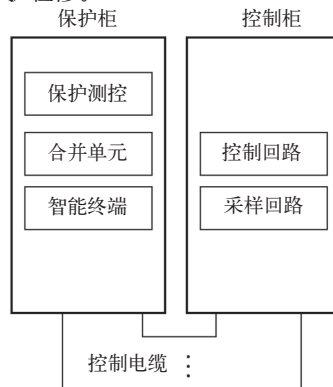


图2 原110 kV间隔装置示意图

根据规范要求及国家电网运行经验,可以采用以下两种设备布置优化方案。

方案一:将智能组件安装于一次设备控制柜内,控制及采样回路采用内部配线方式,用光缆与保护设备连接。

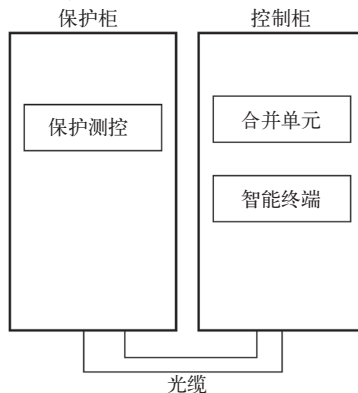


图3 110 kV间隔装置示意图 (方案一)

(下转第77页)

制，且控制系统要能够调整生产参数。就传统控制系统而言，在对生产参数予以修改与控制时十分复杂，通过PLC技术的应用则可以对这些参数予以有效控制与修改。其次，在实际生产时，在各类因素的影响下会出现变量参数，进而对产品生产过程造成影响，并不利于控制信号的生成。而通过对PLC技术的应用则可以对这些参数予以控制与修正，促进信号转化效率的提升，降低生产参数对系统稳定性的影响。PLC技术在实际运行的过程中，可以发挥出让模拟信号与数字信号互相转化的作用。因为数字信号抗干扰能力较强，此方式可以促进整个控制系统抗干扰能力的提高，并且为了避免信号失真，在对信号予以转化之前还会对生产参数进行消除与处理。

5. 在开关逻辑中的应用

对于机械装置而言，要想让电气控制得以实现，需通过多个开关共同作用，来让机械装置在动力方面得到支撑。在机械电气控制装置当中运用PLC技术，则能够对开关予以逻辑控制，让装置

当中的工序能够被合理使用。例如，在继电保护器中运用PLC技术，可以让继电保护器在运行方面更加高效与自动化。同时，运用PLC技术还可以对芯片技术予以利用，进而将继电保护装置替换掉，让功能更加丰富。所以，在装置的设计过程中，需在控制系统里运用PLC技术来实现开关逻辑管理，让机械装置实现多功能应用。

结束语

综上所述，在机械电气领域相关技术进一步发展的背景下，PLC技术实现了更为广泛的运用，且其所具备的利用价值也变得更高。在机械电气控制装置当中运用PLC技术，能够有效增强机械电气设备的实际运行效率，同时还可以促进机械电气装置安全性的提升。所以，对PLC技术的正确运用，对机械电气控制装置的未来发展具有积极的促进作用。EA

(收稿日期：2019.12.27)

(编辑：朱金凤)

(上接第68页)

方案二：将智能组件和保护装置全部安装于一次设备控制柜内，控制及采样回路采用内部配线方式，数字化设备间采用跳纤连接，柜体宜采用加宽型。

智能保护控制柜

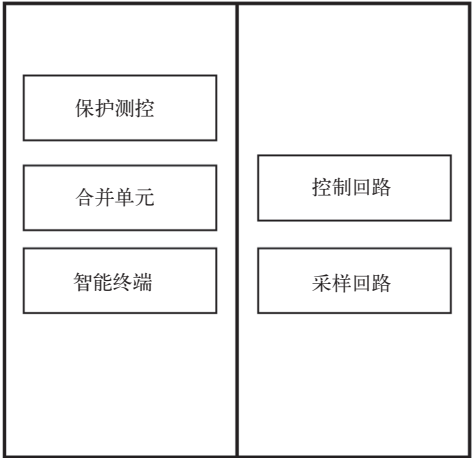


图4 110 kV间隔装置示意图（方案二）

上述两种方案均免去了原设计中复杂的电缆接线，很大程度上减少了施工和维护的工作量。

2. 光缆部分优化

本次设计中，为满足施工单位提前申报材料，光缆全部采用4芯。虽然增强了接线可靠性，但在非重要接线中（组网、对时等）造成光缆过多，增加了敷设工程量。在今后的设计中，应根据实际情况整合光缆，减少施工敷设工程量。

结束语

智能化变电站在系统可靠性、经济性和维护简便性等方面均比常规变电站有较大提升，使其成为变电技术发展的重要方向。本文根据大庆油田110 kV变电站的设计经验进行总结，提出相应的优化方案，减少了施工和维护的工作量，也为智能化变电站建设提供了经验。EA

(收稿日期：2018.11.28)

(编辑：朱金凤)