

110 kV 智能变电站设计方案初探

吴 罡¹, 李 琳¹, 李 翔²

(1.南京供电公司,江苏南京 210008;2.国网电力科学研究院电网自动化研究室,江苏南京 210061)

摘 要: 智能变电站将是未来变电站的发展方向 and 必然趋势,对于传统的变电站具有极大的挑战,其技术发展也是一个逐步完善,较长时期、渐进的过程。通过智能变电站与传统变电站对比,阐述了 110 kV 智能变电站设计要点,并对其过程层、间隔层、站控层的实现进行了详细的描述,进而对 110 kV 智能变电站设计方案进行了探讨。

关键词: 智能变电站;IEC61850;GOOSE 网;设计

中图分类号: TM93

文献标志码: B

文章编号: 1009-0665(2011)02-0031-05

智能变电站^[1]是采用先进、可靠、集成、低碳、环保的智能设备,以全站信息数字化、通信平台网络化、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、协同互动等高级功能的变电站。本文搜集了现有成熟的智能化设备特点,通过与传统变电站技术设备的比较,在相关智能变电站技术导则的指导下,提出了 110 kV 智能变电站设计实施方案,

为今后设计提供了一些参考。

1 智能变电站与传统变电站的对比

智能化的一次设备(如光纤传感器、智能化开关等)、网络化的二次设备、符合 IEC 61850 标准的通信网络和自动化的运行管理系统,是智能变电站最主要的技术特征。如图 1 所示,随着智能化技术日新月异的发展,与传统的变电站相比,智能变电站从以下几个方面发生了较大的变化。

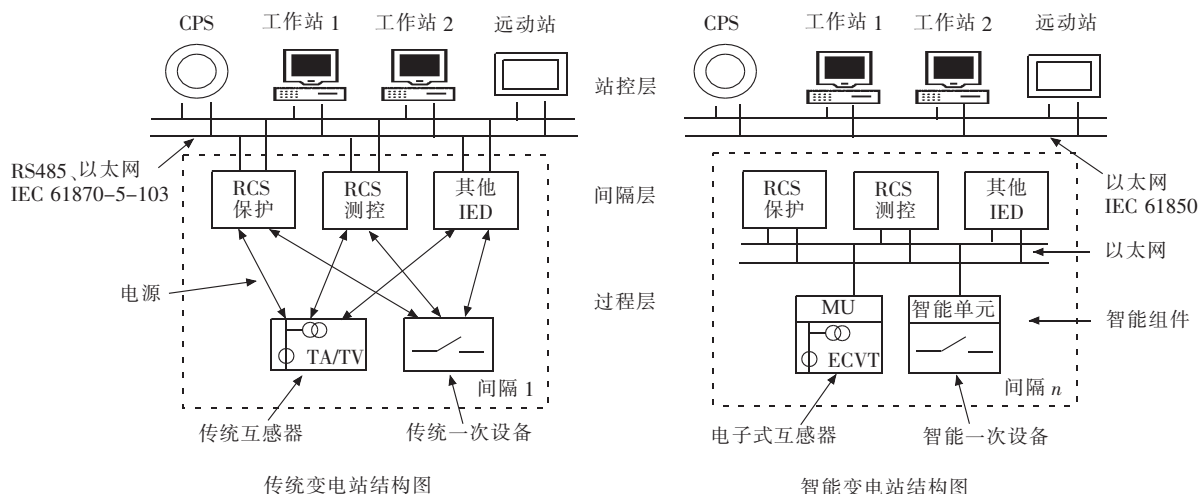


图 1 传统变电站和智能变电站结构图

1.1 智能化的一次设备

智能化的一次设备主要包括数字互感器和智能断路器。

1.1.1 电子式互感器^[2,3]

电子式互感器分为有源与无源 2 种,其中全光纤电流互感器为无源型,它基于磁光法拉第效应原理,采用光纤作为传感介质,不存在铁磁共振和磁滞饱和,同时具有频带宽、动态范围大、体积小、重量轻等优点。有源型电子式电流/电压互感器即对传统的电流/电压互感器所输出的电流、电压信号进

行就地数字化后,通过光纤、合并单元、网络设备等传输至保护、测控设备。传统互感器和电子式互感器的比较见表 1。

表 1 传统互感器和电子式互感器的比较

比较项目	传统互感器	电子式互感器
绝缘	复杂	绝缘简单
体积及重量	大、重	体积小、重量轻
TA 动态范围	范围小、有磁饱和	范围宽、无磁饱和
TV 谐振	易产生铁磁谐振	TV 无谐振现象
TA 二次输出	不能开路	可以开路
输出形式	模拟量输出	数字量输出

从表 1 中可以看出,电子式互感器较之传统互感器在很多方面都有了很大的提高,其敏感元件和传输元件都是光纤,安装维护相对于其他电子式互感器简单。输入输出光路为统一路径,提高了抗干扰能力,安全可靠。高。

1.1.2 智能断路器

智能断路器的发展趋势是用微电子、计算机技术和新型传感器建立新的断路器二次系统,开发具有智能化操作功能的断路器。其主要特点是由电力电子技术、智能控制装置组成执行单元,代替常规机械结构的辅助开关和辅助继电器。

1.1.3 智能组件

智能组件是灵活配置的物理设备,可包含测量单元、控制单元、保护单元、计量单元、状态监测单元中的一个或几个。测控装置、保护装置、状态监测单元等均可作为独立的智能组件。智能组件安装方式是外置或内嵌,也可以 2 种形式共存。

1.2 网络化的二次设备

智能变电站系统网络化的二次设备架构采用三层网络结构:过程层、间隔层、站控层。

1.2.1 过程层(设备层)

过程层(设备层)包含由一次设备和智能组件构成的智能设备、合并单元和智能终端,是一次设备和二次设备的结合面,完成变电站电能分配、变换、传输及其测量、控制、保护、计量、状态监测等相关功能。智能设备操作宜支持顺序控制。

1.2.2 间隔层

间隔层设备一般指继电保护装置、测控装置等二次设备,实现使用一个间隔的数据并且作用于该间隔一次设备的功能,即与各种远方输入/输出、智能传感器和控制器通信。

1.2.3 站控层

站控层包含自动化系统、站域控制、通信系统、对时系统等子系统,实现面向全站或一个以上一次设备的测量和控制的功能,完成数据采集和监视控制(SCADA)、操作闭锁以及同步相量采集、电能量采集、保护信息管理等相关功能。站控层功能应高度集成,可在一台计算机或嵌入式装置实现,也可分布在多台计算机或嵌入式装置中。智能变电站数据源应统一、标准化,实现网络共享。智能设备之间应实现进一步的互联互通,支持采用系统级的运行控制策略。智能变电站与传统变电站相比,整个站控层网络采用 IEC 61850 通信标准,其模型描述能力大大提高、装置互操作性大大增强。

1.3 以 IEC 61850 为标准的通信网络

实现语音、数据、视频图象三网合一的综合业

务服务,需要无处不在的信息通信系统支持^[4]。

IEC 61850 标准是迄今为止最为完善的关于变电站自动化的通信标准,它吸收了面向对象建模、组件、软件总线、网络、分布式处理等领域的最新成果,形成了智能变电站应用技术的重要支撑。

实施 IEC 61850 标准可在规范、设计、制造、安装、运行维护等方面获得益处,大大降低作业成本。

2 110 kV 智能变电站设计要点

2.1 智能化一次设备的选择

(1) 110 kV、主变各侧采用电子式互感器,以光通信信号输出,其他一次设备仍选用传统设备,同时采用智能终端作为一次设备的智能化接口,实现智能设备的功能要求。

(2) 10 kV 配电装置采用中置式真空开关柜,考虑到 10 kV 各出线的保护测控装置均安装在各自的开关柜上,因此除主变低压侧外配置一套智能终端,其余出线柜不配置智能终端。

2.2 网络构架方案

(1) 采用高速以太网组成,传输速率不低于 100 Mb/s。所有设备必须具有相应的通信接口,且支持 IEC 61850 规约。

(2) 全站网络在逻辑功能上由站控层、间隔层、过程层组成。

(3) 站控层网络拓扑采用单星型结构。

(4) 过程层网络分 SV(采样数据网)网和 GOOSE 网,SV 网和 GOOSE 网物理上相互独立,采用星型拓扑结构。保护双重化时相应的过程层网络也应该双重化配置。满足继电保护点对点直采、直跳,继电保护双重化配置的两个过程层网络完全独立的原则。

(5) 对于站控层网络,采用常规工业级工作组网络交换设备,构成站控层单以太网;对于 10 kV 系统,采用常规工业级工作组网络交换设备,通过光纤接入站控层;对于 110 kV 备自投网络,采用常规工业级工作组网络交换设备;对于 GOOSE 控制网,采用符合 IEC 61850 的工业级网络交换设备构成针对主变的控制网。对于构成 GOOSE 控制网的工业级网络交换设备,应能支持 GOOSE 技术。

3 110 kV 智能变电站设计实施方案

110 kV 内桥接线是一种常见的变电站主接线方式,其优点是很好地提高了变电站的供电可靠性,下面以该主接线方式为基础,详细论述 110 kV 智能变电站设计实施方案,如图 2 为智能变电站计算机监控系统示意图。

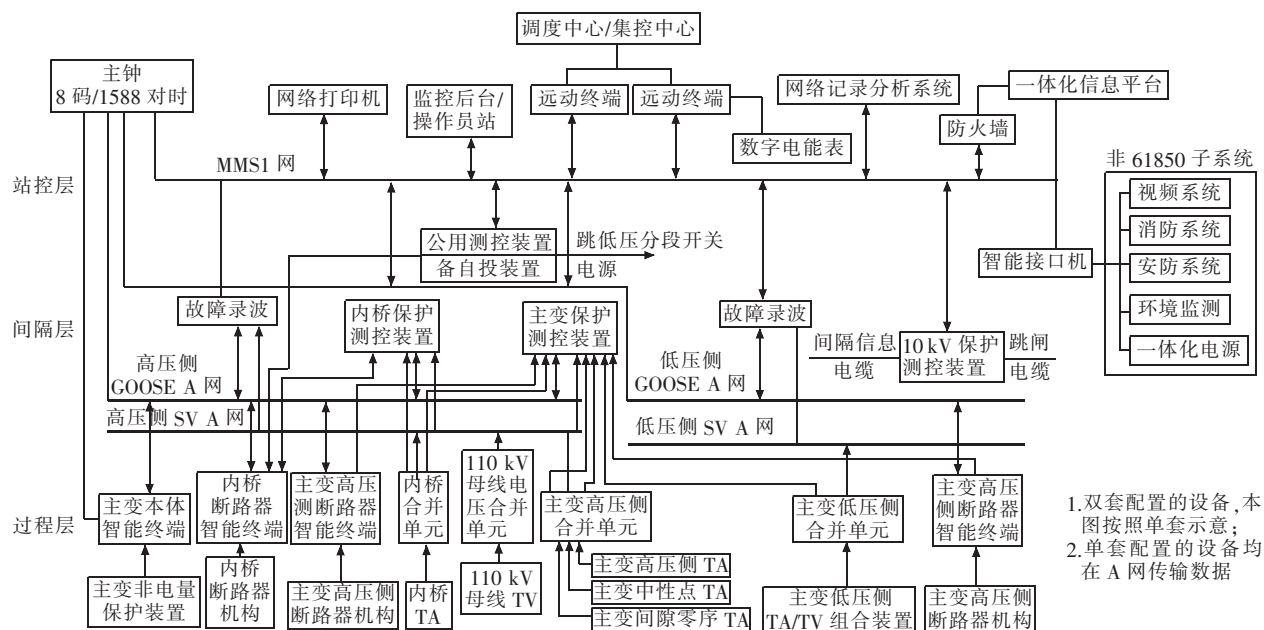


图 2 智能变电站计算机监控系统示意图

3.1 站控层

将全站信息进行统一建模,建立信息统一的存取平台,为全站全景信息建立统一的采集、存储、处理、展示和上送的平台,为各种高级应用提供高效、可靠、稳定的数据。

3.2 间隔层

间隔层设备有保护设备、测控设备、表计等。

(1) 由于 110 kV 电网常采用辐射式供电方式,110 kV 进线侧一般不设置保护,仅在内桥或分段处配置一套内桥保护测控装置。

(2) 主变保护测控配置方案。

变压器配置双套主后备保护测控一体化装置,每套保护包含完整的主、后备保护功能。

每套主后备保护测控一体化装置通过直接点对点采样变压器各侧合并单元电压、电流信息,以及本间隔智能终端断路器、刀闸位置等状态信息,实现变压器差动主保护和复压过流后备保护,通过 GOOSE 点对点接口把跳闸命令快速发送到主变各侧智能终端,通过智能终端完成对主变各侧断路器的跳闸操作。并通过另一独立的 GOOSE 接口,跳闸命令等信息发送到 110 kV GOOSE 网,用于统一故障录波。变压器保护跳分段断路器及闭锁备自投等信号采用 GOOSE 网络传输。

变压器非电量保护采用一套本体智能终端,就地直接电缆跳闸,信息上送过程层 GOOSE 网。

(3) 10 kV 馈线/电容/分段/所用变,采用保护测控一体化装置,按间隔单套配置。

(4) 由于目前光电式电能表未通过国家计量局

的认证,计量方面依然采用常规的计量系统配置:110 kV 线路采用“电子式互感器后配置常规计量互感器+数字式电能表”,满足 0.2 s 精度要求,单表配置;10 kV 低压侧采用常规互感器+常规智能电能表进行计量,满足 0.2 s 精度要求。

(5) 自投装置采用集中式智能备投装置,将控制网、线路测控保护装置、相关智能操作箱等相关设备及信息,组成备自投网络,实现备自投。

(6) 设置集中式故障录波装置综合处理单元对主变的高压侧、110 kV 进线进行集中录波。

3.3 过程层

过程层设备与间隔层设备相连应采用点对点和网络式总线通信方式。传输介质应采用光纤传输。变压器智能化由变压器+本体智能终端+变压器智能组件方式来实现变压器设备智能化。开关设备智能化由 GIS 开关+智能终端+智能组件方式来实现开关设备智能化,电子式电流电压互感器(GIS 互感器)采用站内直流供电的光电电流电压互感器来实现互感器设备的数字化。

3.3.1 智能终端

(1) 主变智能终端配置方案。主变高、低两侧,配置双套智能终端,并配置单套主变本体智能终端。

各智能终端配置独立的 GOOSE 接口,点对点与对应的主变保护装置相连;各智能终端配置一个独立的 GOOSE 接口分别接入过程层 GOOSE 网路(与第一套主变保护相连的智能终端接入 GOOSE A 网,与第二套主变保护相连的智能终端接入 GOOSE B 网),主变本体智能终端接入 GOOSE A

1. 双套配置的设备,本图按照单套示意;
2. 单套配置的设备均在 A 网传输数据

网,用于非电量信号的采集。主变本体智能终端与主变本体保护采用电缆直接连接。

(2) 其他装置智能终端配置方案。110 kV 侧的智能终端安装在 GIS 户外智能柜中,10 kV 电压等级的智能终端安装在本间隔的开关柜中。

3.3.2 互感器

互感器的配置原则主要兼顾技术先进性与经济性。电子式互感器使用数字接口,将测量值通过光纤接口输送给合并单元。测量用电流准确度不低于0.2 s,保护用电流准确度不低于 5 TPE。测量用电压准确度不低于 0.2,保护用电压准确度不低于 3 P。

(1) 110 kV 电子式互感器配置方案。①主变高压侧按 A、B、C 相配置双套全光纤电流型电子式互感器,桥上按 A、B、C 相配置双套全光纤电压型电子式互感器;110 kV 母线配置一套全光纤电压型电子式互感器;考虑到关口计量表接在 110 kV 进线侧,在 OCT、OPT 后再各挂接一套计量用的常规电压、电流互感器。

②主变中性点零序配置一套常规的电流互感器,双套间隙零序电流互感器。

(2) 10 kV 互感器配置方案。①主变低压侧配置一套三相电流电压组合互感器;10 kV 出线、电容器、接地变配置一套三相常规的电流互感器。

②10 kV 母线配置三相常规电压互感器。

3.3.3 合并单元

合并单元是联系电子式互感器和网络化的二次设备之间的设备,用于对来自传感模块的各相电流电压进行时间相关性同步组合,并转发给二次设备。传感模块到合并单元之间为光纤联系,合并单元到各二次设备之间采用光纤以太网,传输规约采用 IEC 61850-9-2 传送。

变压器各侧合并单元按双套配置,中性点电流并入高压侧合并单元,主变套管 TA 配置双套合并单元;内桥合并单元按双套配置。各合并单元配置独立的 GOOSE 接口,点对点输出给对应的主变保护装置;各合并单元配置一个独立的 SV 接口,分别接入过程层网路(与第一套主变保护相连的合并单元接入 A 网,与第二套主变保护相连的合并单元接入 B 网),用于故障录波及计量等。

互感器和合并单元的具体配置,以及过程层和间隔层的通信方式如图 3,4 所示。

3.4 其他二次系统

非 61850 子系统(如直流、消防、视频等)配置一套智能接口机,接入信息一体化平台。

3.5 110 kV 智能变电站设计创新点

(1) 全站设计很好的满足了 Q/GDW383—2009 《智能变电站技术导则》要求。

(2) 变电站自动化网络形成两层网络(站控层

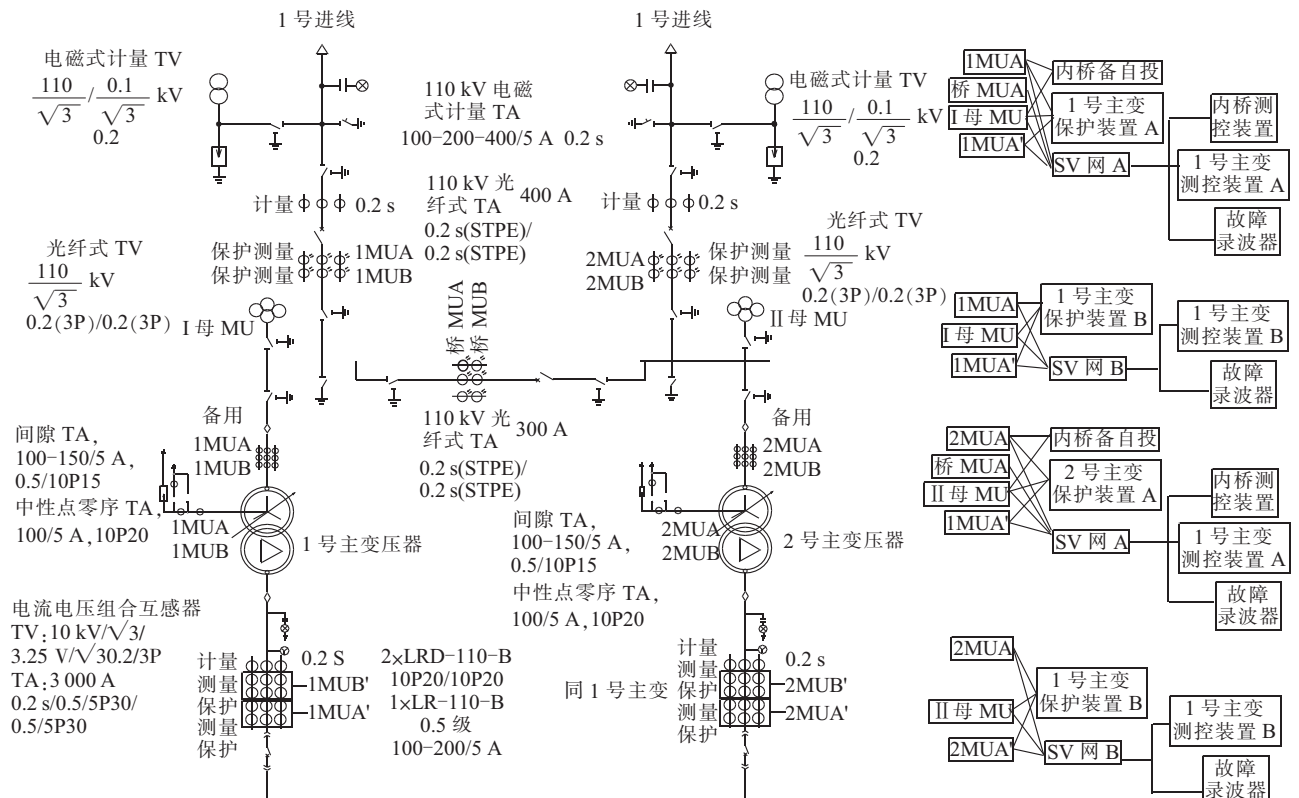


图 3 110 kV 互感器合并单元配置图

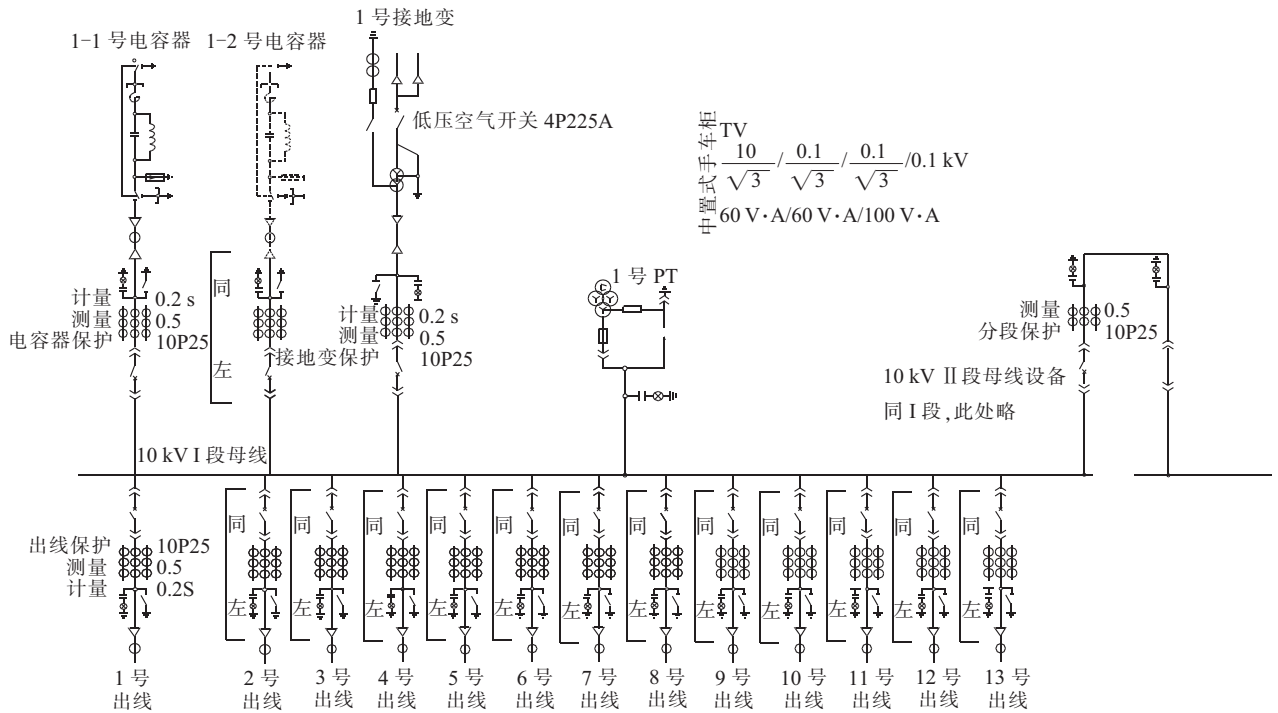


图4 10 kV互感器配置图

网络和过程层网络),三层设备结构(站控层、间隔层、过程层设备),以及GOOSE网、SV网、时钟同步网三网合一的组网方式。

(3) 全站均采用保护测控一体化装置,110 kV保护测控装置集中组屏于主控制室内,10 kV保护测控装置分散于10 kV开关室内。

(4) 自投装置采用集中式智能备投装置,将控制网、线路测控保护装置、相关智能操作箱等相关设备及信息,组成备自投网络,实现备自投功能。

5 结束语

智能变电站将是未来变电站发展的方向和必然趋势。同时智能变电站又是一个全新的理论体系,对于传统的变电站自动化系统、微机保护装置以及一次设备具有挑战性,其技术成熟度需要在兼容综合自动化变电站技术的基础上,实现应用上的平稳发

展和重点技术突破,逐步达到完善。因此,智能变电站的设计建设必将是一个长期、分阶段实施的过程。

参考文献:

- [1] Q/GDW 383—2009,智能变电站技术导则[S].
- [2] 陈文中. 数字化变电站全光纤电流互感器准确度校验[J]. 华东电力,2009,37(12):22-28.
- [3] 殷志良. 数字化变电站中采样值同步技术研究[J]. 华东电力,2008,36(7):38-41.
- [4] 苗新,张恺. 支撑智能电网的信息通信体系[J]. 电网技术,2009,33(17):8-13.

作者简介:

- 吴昱(1981-),男,江苏南京人,硕士,主要从事系统设计工作;
 李琳(1982-),女,江苏南京人,助理工程师,主要从事变电设计工作;
 李翔(1982-),男,江苏南京人,硕士,主要研究方向为电力调度自动化系统的规划、设计及研发。

Primary Exploration on the Design of 110 kV Smart Substation

WU Gang¹, LI Lin¹, LI Xiang²

(1. Nanjing Power Supply Company, Nanjing 210008, China;

2. State Grid Electric Power Research Institute, Nanjing 210061, China)

Abstract: Smart substation will be the developing direction and an inevitable trend of the future substation, which is a great challenge to the traditional substation, though the technology developing process of the smart substation is a gradual perfecting, time consuming, and progressive one. Comparing with the traditional substation, this paper introduced the main design points of the 110 kV smart substation. And the implementations of its process layer, the bay layer, the control layer are described in detail. In the end, the design scheme of 110 kV smart substation is discussed and some proposals are also given.

Key words: smart substation; IEC 61850; GOOSE net; design