

数字技术在变电站自动化系统中的应用研究

Research on the Application of Digital Technology in Substation Automation System

周敬余

Jingyu Zhou

贵州电网有限责任公司铜仁供电局 中国·贵州 铜仁 554300

Tongren Power Supply Bureau, Guizhou Power Grid Co., Ltd., Tongren, Guizhou, 554300, China

摘要: 数字技术在变电站自动化系统的应用中, 具有较为明显的兼容性, 在变电站的运行中, 具有测量准确、功能全面、安全性能提升、成本低等特点。因此, 在变电站的发展中, 应该大力发展数字化技术, 促进电力系统的可持续发展, 从而更好地实现技术创新与升级, 满足更高的发展要求, 从而为电力系统实现快速、健康发展发挥积极的作用。笔者立足于变电站自动化工作实际, 就数字技术的应用与发展展开分析, 旨在优化数字技术在变电站自动化系统的应用, 为同行提供切实可行的参考与借鉴。

Abstract: Digital technology has obvious compatibility in the application of substation automation system. In the operation of substation, it has the characteristics of accurate measurement, comprehensive function, improved safety performance and low cost. Therefore, in the development of the substation, we should vigorously develop digital technology to promote the sustainable development of the power system, so as to better realize technological innovation and upgrading, meet higher development requirements, and play a positive role in the rapid and healthy development of the power system. Based on the actual work of substation automation, the author analyzes the application and development of digital technology, aiming to optimize the application of digital technology in substation automation system, and provide practical reference for peers.

关键词: 数字技术; 变电站; 自动化系统

Keywords: digital technology; substation; automated system

DOI: 10.12346/peti.v5i3.8444

1 引言

数字化变电站和传统变电站相比, 技术和性能较为先进, 可以说是传统变电站的升级与优化。数字变电站具有数字化监控、远程诊断等优势, 能够对变电站的设备实现自动化运行, 延长电网设备的使用周期与寿命, 更好地采集信息系统, 实现精细化管理。

2 数字化变电站的系统结构方式

数字化变电场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、站控层)构建, IEC 61850 标准和通信规范对变电站内智能电气设备间信息共享和互操作建立现代化变电站有着非凡的

作用^[1]。

数字化变电站按照逻辑结构可以分为三个层次, 这三个层次又分为过程层、间隔层、站控层, 各个层次的内部以及层次间都采用高速网络来进行通信。

2.1 过程层

它是一次设备和二次设备的结合, 也是电力设备的智能部分。它能够对电力系统进行电气量的检查, 在设备运行的时候, 它会对设备的状态自动的检测并且统计, 甚至还能对操作控制进行执行与驱动。同时, 它又指一次设备和智能组件所构成的智能设备、终端, 它会对变电站进行电能的分配、转换、测量、监控、保护、维修等。它的突出优点是抗干扰力强、绝缘性和抗饱和的性能较好。

【作者简介】周敬余(1980-), 男, 土家族, 中国贵州铜仁人, 本科, 助理工程师/高级技师, 从事继电保护、智能变电、安全生产研究。

2.2 间隔层

它的主要功能是对电力系统进行信息汇总，在实施的过程中对一次设备保护进行保护和控制，它同时又指继电保护装置、测控装置、故障录波等二次设备，使用一个间隔的数据并且作用于该间隔一次设备的功能，与各种远方输入、远方输出、智能传感器和控制器进行通信。

2.3 站控层

它可以通过两级高速网络汇总全站的实时数据信息，并且不断刷新数据库，将有关的数据和信息送往调度中心。它也指的是自动化系统、通信系统、对时系统，它主要包含的是子系统，能够对全站的设备进行测量和控制，并且采集数据，在采集的过程中保护信息等。它能对设备进行在线维护、在线组态、修改参数等，甚至它还能对变电站的故障进行自动分析和智能化操作。

3 数字化变电站技术在电力企业变电站应用现状

3.1 电力企业变电站发展现状

数字化变电技术是指在变电站中使用智能化设备来实现电压控制的自动化，从而为电力企业变电站智能化、自动化转型提供了支持。数字化变电技术的出现，对电力行业的发展带来了深远的影响。首先，数字化变电技术可以大大提高电力企业的运营效率和管理水平，实现对电力系统的全面掌控。其次，数字化变电技术可以优化电力系统的能源利用效率，降低能源浪费和污染排放，实现绿色能源的可持续发展。最后，数字化变电技术还可以提高电力系统的安全性和稳定性，保障电力供应的可靠性和稳定性。尽管数字化变电技术的应用前景十分广阔，但在实际应用中还面临着一些挑战。例如，数字化变电技术的应用需要消耗大量的电力和资源，同时也需要高度的技术支持和人才储备。此外，数字化变电技术的应用还面临着安全性和隐私保护等方面的挑战，需要加强相关的监管和管理。总之，数字化变电技术的出现是电力行业发展的必然趋势，可以为电力企业的智能化、自动化转型提供强有力的支持。在未来的发展中，我们需要充分发挥数字化变电技术的优势，克服其面临的挑战，推动电力行业向更加智能、高效、安全、可持续发展的方向发展。

3.2 数字化变电站的技术要点

数字化变电站的应用可以提高电力企业的生产效率和管理能力。数字化技术可以帮助电力企业实现自动化和智能化的生产流程，从而提高生产效率和管理效率。数字化技术还可以帮助电力企业实现数据共享和信息交流，从而提高企业的决策效率和协作效率。数字化变电站的应用可以提高电力企业的安全性和可靠性。数字化技术可以实现对电网的实时监测和控制，从而提高电力企业的安全性和可靠性。数字化技术还可以帮助电力企业实现对电网的预测和分析，从而提高电力企业的预测能力和响应能力。

3.3 电力企业变电站数字化发展基础

在中国的电力公司的生产中，变电站逐步向数字化转变，随着电力公司对电网的改造，自动化程度越来越高，其自动化程度也越来越高。其中具有典型意义的有混合纤维电流、PASS 复合开关等。为了保证数字化改造的顺利进行，在电力企业的变电站中，对智能化设备进行投资的数目和质量是至关重要的。在一个统一的技术框架下，电力企业的变电站中，智能化设备要使用到相应的技术标准，并将电力设施进行串联。IEC61850 通讯规范为实现电力系统中的电力系统的数字化改造提供了一种可行的技术规范，对电力系统中电力系统的数字化改造起到了一定的指导作用。IEC61850 是一种用于支撑变电站数字化转型的标准，它包括变电站层、间隔层和处理层三个部分。在电力企业变电站中，将数字化变电站技术运用到其中，可以有效地减少人为因素对电力企业生产供电造成的影响，缓解了电力企业电力工作人员的工作压力，加强了对电力能源的管控，从而使电力企业电力调度维持在较高的水平，提升了电力利用率。

4 案例分析

4.1 项目概况

铜仁供电局结合公司数字化转型和生产组织模式优化工作要求，铜仁供电局生技部组织总结 220kV 太平变智能化建设经验，分析电网现状和智能技术发展情况，为推动生产管理能力和管理系统现代化，进一步明确松桃巡维中心智能化建设和模式优化方向，针对对子站终端能力发挥、IP 资源高效运用、数据信息层级划分、信息潮流、网络安全、拓扑构架等问题组织多次专题研讨和现场实际测试验证，编制数字变电子站终端透传方案论证如下。

4.2 智能运行支持平台系统子站智能终端接入现状

4.2.1 网络拓扑

站内综合数据网交换机连接站内 NVR（网络视频录像机），NVR 通过视频监控交换机调取站内智能终端的拍摄画面。

4.2.2 存在潜在问题

数字技术在变电站系统应用的过程中，我们需要认识到潜在的一些问题，避免这些问题对自动化系统的制约和影响。归纳这些不利于变电站自动化发展的因素，分析如下：一是抗干扰能力不足。在变电站的运行中系统会受到一些影响，出现系统状态可靠性不能维持的问题。二是没有一致的标准。变电站综合自动化系统的应用标准较为多样化，没有统一的标准，这样也不利于自动化系统的发展。三是传输规范的潜在问题。由于变电站自动化系统传输规范不一致，所以自动化系统较为复杂^[2]。

4.3 子站智能终端透传方案论证分析

结合以上问题，则需要对子站端进行透传接入主站的工作——通过先期在子站端配置路由器透传信息，以实现远程

控制智能终端的功能。由于技术要求，需要一种新的方案优化智能巡检系统的子站智能终端接入。生技部组织制定了方案一、方案二两种透传方案进行论证分析。

4.3.1 方案一

①网络拓扑。

路由器通过端口映射的方式将综合数据网上的地址映射到站内智能终端，主站智能巡视系统即可直接访问智能终端，调取拍摄画面等终端信息。原有 NVR 作为旁路接入视频监控交换机，实现终端信息本地存储、监控功能。

②优点分析。

一是进一步提升智能终端受控能力。旁路 NVR（硬盘录像机）不再作为站端控制核心设备，主站系统能够通过 SDK 方式传输包含 SMART 判断、测温等在内的私有协议数据，直接对子站智能终端进行控制，获取子站终端全部信息，智能终端的应用功能得以全部发挥，省去视频辅控平台环节，数据链路简单清晰，可靠性得到进一步的提升。

二是节省已有 IP 资源。在电压等级较高、面积较大的变电站内，使用路由器通过端口映射的方式代替 NVR 接入综合数据网能大大节省 IP 资源，经济性强，具有较高的现实推广意义。以接入摄像头为例：通过路由器映射的方式能够实现 85 台摄像头同时接入及调控，而通过 NVR 连接的方式仅能一次接入 36 台摄像头，造成 IP 资源浪费。

③缺点分析。

第一，网络拓扑抵抗抗性差。路由器成为查看智能终端监控画面等信息的关键设备节点，一旦路由器故障，则智能终端监控画面等信息将无法获取，严重影响该部分终端涉及到的智能巡视等场景。

第二，改造工序较烦琐。需将原有连接方式中的 NVR 替换为路由器接入，原 NVR 作为旁路接入视频监控交换机，改变了原有的网络拓扑接线方式，同时，地市级视频主站也需同步调整子站 IP 配置信息，工作量较大。

4.3.2 方案二

①网络拓扑。

站内综合数据网交换机连接站内 NVR，NVR 通过视频监控交换机调取站内智能终端的拍摄画面。同时，路由器通过端口映射的方式将综合数据网上的地址映射到站内智能终端，主站智能巡视系统即可直接访问智能终端，查看拍摄画面。

②优点。

访问形式多样。既可通过 NVR 调取终端的监控画面，也可通过路由器端口映射的方式查看终端监控画面，且两者相互独立，稳定性较强。

③缺点。

一是存在网络环路风险。设备配置及运维过程中存在网

络环路的风险，网络环路将导致整个网络瘫痪，风险性较高；

二是 IP 资源浪费或不够分配。以试点站 35kV 冷水变电站为例，综合数据网交换机分配给接入路由器的 IP 为 10.114.253.136/29，其可用地址为 6 个，而每台路由器或 NVR 都将占用一个地址。通过路由器映射的方式能够安装 85 台摄像头，通过 NVR 连接的方式只能安装 36 台摄像头，而该方案必须满足两种方式所安装的摄像头数量相等，则在电压等级较高、面积较大的变电站内，存在 IP 数量不够分配，或者 IP 资源浪费的情况^[3]。

4.4 结论

综上所述，从安全性、经济性、技术性、不可复制推广性等方面综合论证，优先推选方案一作为智能巡检系统子站智能终端接入改造方案（如表 1 所示）。

表 1 方案对比

	方案一	方案二
优点	进一步提升智能终端受控能力	访问形式多样
	节省已有 IP 资源	
缺点	网络拓扑抵抗抗性差	存在网络环路风险
	改造工序较烦琐	IP 资源浪费或不够分配

5 变电站综合自动化系统优化措施

立足于上述案例分析存在的潜在问题，结合数字变电站的发展需求，可以从以下几个方面进行优化：一是增强系统的抗干扰能力。在对综合自动化系统的抗干扰进行控制和增强时，通过电压冲击、辐射干扰等试验，找到一种有效的抗干扰措施，并将其准确应用于综合自动化系统中，使得其在变电站中具有稳定可靠的优点，从而排除干扰因素的干扰，提高自动化系统的抗干扰性能。二是规划系统标准。中国目前约三分之二的变电所处于开发阶段，在开发过程中，通过技术验证与产品更新，积极探索集成式变电所的标准化与标准化；以促进统一的标准。三是对通讯系统中通讯环境进行改善。在变电站运输管理方面，要提高运输环境，淘汰不符合要求的规定，制定新的通信规范。为确保规范与规范在电力系统中的应用，并有效地消除规范与规范之间的不一致，加速变电站的升级与升级，有必要对规范与规范进行更高水平的信息传输。

参考文献

[1] 金瑞杰.数字技术在工业电气自动化中的应用和创新探讨[J].大众标准化,2022(11):45-47.
 [2] 申杰,张超宇,邓立晨.智能变电站的继电保护稳定性分析[J].集成电路应用,2021,38(12):262-263.
 [3] 周柯,王晓明,丘晓茵,等.数字技术赋能下透明变电站架构及其关键技术分析[J].电测与仪表,2021(5):1-10.