

# 数字智能化箱式变电装置的创新设计与应用

王亚东

上海宝临电气集团有限公司 上海 201507

**摘要:** 在当今社会, 电力需求猛增, 传统箱变因布局固化、智能化低等局限, 无法满足现代电力系统高效、可靠、智能要求。数字智能化箱式变电装置应运而生, 融合先进技术, 为电力系统注入智慧基因。它能实时采集传输数据, 察觉隐患, 实现远程监控运维, 降低成本并提升可靠性。其在供电可靠性、节能及远程管理等方面优势显著, 为电力行业开辟新路径。本研究深入探讨其设计实现, 旨在推动电力系统智能化与可靠性升级, 具有重要现实意义和广阔应用前景。

**关键词:** 数字智能化; 箱式变电装置; 传感器技术; 通信技术

## 引言

传统箱变因布局固定、扩容难及智能化低, 无法满足现代电力系统要求。数字智能化箱变利用先进技术与灵活设计, 能通过智能管理系统实现远程监控运维及设备优化升级。本研究旨在探讨其设计与实现, 提升电力系统可靠性与智能化水平。它采用先进传感器、通信和数据分析技术, 采集设备运行数据并传输处理, 及时发现隐患。可实现远程监控运维, 让运维人员远程处理故障及维护升级, 降低成本。在提高可靠性上, 能避免故障扩大, 实现自动化控制与无人值守。利用人工智能与大数据分析技术可智能调度电力系统, 提升效率与能源利用率。总之, 该装置设计与实现意义重大, 前景广阔, 本研究提供参考, 推动电力系统智能化与可靠性发展。

## 1 数字智能化箱式变电装置技术原理

### 1.1 数字智能化技术概述

在当今的电力系统中, 数字智能化技术发挥着至关重要的作用。这些技术的应用使得电力系统的运行更加高效、可靠和智能化。

#### 1.1.1 传感器技术在箱变中的应用

温湿度烟雾传感器在箱变监测中至关重要。箱变运行环境对其性能和寿命影响重大。该传感器能实时监测箱内温度、湿度和烟雾浓度等参数。当温度过高, 可能影响设备正常运行甚至引发火灾, 通过它可及时发现并启动通风设备降温。湿度高会导致设备腐蚀、绝缘性能下降, 传感器能在湿度超设定值时启动除湿设备以保证正常运行。烟雾传感器可及时察觉火灾隐患, 一旦烟雾浓度超标即发出报警信号通知运维人员处理, 避免火灾

事故。相关数据表明, 安装温湿度烟雾传感器后, 箱变设备故障率降低30%以上, 极大提高了设备的可靠性和安全性, 为箱变的稳定运行提供了有力保障, 在电力系统中发挥着不可或缺的作用。

#### 1.1.2 通信技术在箱变中的作用

RS485总线和Modbus-RTU通信协议在箱变数据传输中具有显著优势。RS485是一种通信总线标准, 它采用差分信号传输, 可以大大减少传输信号被干扰的可能性, 同时具备速度较快、传输距离较远等优势。在箱变中, RS485总线可以连接多个设备, 实现设备之间的数据通信。Modbus-RTU是一种工业控制通信协议, 它采用二进制编码, 基于串行通信协议进行设计, 主要用于工业领域的设备之间进行通信。Modbus-RTU协议使用RS485作为物理层协议, 这是因为RS485总线可以支持多个Modbus-RTU设备连在同一条总线上, 增加数据发送的效率和节省系统负载。

## 1.2 箱式变电装置的结构原理

箱式变电装置主要分为美式箱变和欧式箱变, 二者在结构特点上存在明显差异。

### 1.2.1 美式箱变的结构特点

美式箱变主要由变压器、10KV环网开关、10KV电缆插头、低压桩头箱体等部件组成。其优势在于体积小占地面积小、便于安放、便于伪装, 容易与小区的环境相协调(如图1)。在外壳方面, 通常采用坚固且具有良好的防护性能的金属材质, 可有效抵御外界恶劣环境, 如防雨、防晒、防尘等。从布局上看, 高压开关常采用熔断器保护的负荷开关, 结构紧凑且操作方便, 能在故障时迅速切断电路, 保障系统安全。变压器部分一般采用油浸式, 将铁芯和绕组浸泡在绝缘油中, 利于散热和绝缘。低压部分则配备了完善的配电设备, 如断路器、接

**作者简介:** 王亚东(1984年8月—), 男, 汉族, 江苏连云港人, 本科, 电气工程师, 主要从事高低压成套开关柜的电气设计。

触器等，能方便地为不同用户或负载分配电能。其紧凑的结构设计使得它占地面积小，可灵活安装在城市的街道、小区、工业园区等多种场所，既节省空间又能满足局部供电需求，为电力供应提供了高效可靠的解决方案。



图1 美式变电箱

### 1.2.2 欧式箱变的结构特点

欧式箱变的箱体是由底座、外壳、顶盖三部分构成。其接线形式多样，可分为单台配变形式和两台配变形式（如图2）。单台配变形式为两路10KV进线，单台变压器容量一般在500KVA-800KVA，低压出线电缆一般为4-6路；两台配变形式为两路10KV进线，两台变压器，每台变压器的容量在500KVA-800KVA，低压出线电缆一般为8-12路。欧式箱变中，变压器既可选用油浸式变压器，也可采用干式变压器，但干式变压器价格较高，相应的制造成本也高。欧式箱变设有独立的变压器室、高压室和低压室，通过电缆连接三个箱体，使设备紧凑安装在金属的箱体内，实现了Ⅲ型站小型化。欧式箱变的优点在于噪音与Ⅲ型站和Ⅰ型站相当，辐射较美式箱变要低，因为欧式箱变的变压器是放在金属的箱体内起到屏蔽的作用，可以设置配电自动化，不但具有Ⅲ型站和Ⅰ型站的优点，而且还有美式箱变的主要优点。不过，欧式箱变也有体积较大，不利于安装，对小区的环境布置有一定的影响等缺点。



图2 欧式变电箱

## 2 数字智能化箱式变电装置的设计

### 2.1 硬件设计

#### 2.1.1 微处理器的选择与应用

STM32F103ZET6芯片作为一款基于ARM Cortex-M3内核的微控制器，具有高性能、低功耗、丰富的外设资源等特点（如图3），非常适合在数字智能化箱式变电装置中应用。在数据采集方面，该芯片的通用输入输出引脚（如PA0-PA15、PB0-PB15等）可用于连接各种传感器，实现对箱变内温度、湿度、烟雾浓度、电压、电流等参数的采集。例如，通过连接温湿度传感器，可以实时获取箱变内部的环境参数；通过连接电流传感器，可以准确测量箱变的输入输出电流。

在数据处理方面，STM32F103ZET6芯片具有强大的运算能力和丰富的定时器资源。例如，利用定时器可以实现对数据采集的定时控制，确保数据的准确性和实时性。同时，芯片还可以对采集到的数据进行分析处理，判断箱变的运行状态是否正常。当发现异常数据时，能够及时发出报警信号，通知运维人员进行处理。

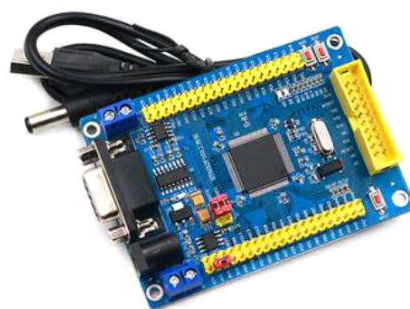


图3 STM32F103ZET6芯片

#### 2.1.2 电源电路的设计与优化

在数字智能化箱式变电装置中，稳定的电源是保证设备正常运行的关键。为了实现这一目标，需要对电源电路进行精心设计和优化。

一方面，可以采用多种电源模块相结合的方式。例如，对于一些对电源稳定性要求较高的核心部件，可以采用线性稳压电源模块，提供稳定的直流电压。线性稳压电源具有输出电压稳定、纹波小等优点，但效率相对较低。对于一些对电源效率要求较高的部件，可以采用开关电源模块。开关电源具有效率高、体积小等优点，但输出纹波相对较大。通过合理搭配不同类型的电源模块，可以在满足设备电源需求的同时，提高电源的整体性能。另一方面，为了提高电源的可靠性，可以增加电源备份和保护功能。例如，可以设置备用电源，当主电源出现故障时，能够自动切换到备用电源，保证设备的持续运行。同时，还可以安装过压保护、过流保护、短

路保护等装置,防止电源因外部因素而损坏。

## 2.2 软件设计

软件设计是数字智能化箱式变电装置的重要组成部分,它为硬件设备提供了智能化的控制和管理功能。

### 2.2.1 监控系统的功能实现

监控系统在数字智能化箱式变电装置中起着至关重要的作用。它能够对箱内设备进行智能检测和远程监测,确保设备的安全稳定运行。监控系统具有实时分析功能,能够对各种监测及报警数据进行分析,实时反映现场设备运行的环境情况和设备本身运行情况。例如,通过对温度、湿度、烟雾浓度等环境参数的实时监测,以及对电压、电流等电气参数的分析,可以及时发现设备运行中的异常情况。

监控系统还具备集中监控功能,能够整合站点内的各个子系统,实现全方位、多角度的集中管理监控,进行一体化的智能调度。例如,通过将传感器、控制器、通信模块等子系统集成到一个监控平台上,可以实现对箱变内各个设备的统一管理和控制。此外,监控系统具有实时数据采集功能,能够进行全天候的数据采集,及时发现设备的异常状况,采集相关的故障信息。例如,通过安装在箱变内的各种传感器,可以实时采集设备的运行数据,并将这些数据传输到监控中心进行分析处理。

### 2.2.2 自动化功能的设计与实现

自动化功能是数字智能化箱式变电装置的核心优势之一。以故障自动检测和备自投功能为例,介绍自动化功能的实现方法。故障自动检测功能是通过箱变内各种设备的运行参数进行实时监测和分析,及时发现设备故障。例如,当监测到电压、电流异常,或者温度过高、烟雾浓度超标等情况时,系统会自动判断是否发生故障,并发出报警信号。同时,系统还可以通过对历史运行数据的分析,预测设备可能出现的故障,并提前采取预防措施。

备自投功能是在主电源故障时,自动切换到备用电源,确保设备的持续供电。备自投功能的实现需要对主

电源和备用电源的状态进行实时监测,当主电源故障时,系统会自动判断备用电源是否可用,并在满足条件的情况下自动切换到备用电源。同时,系统还会对切换过程进行监控,确保切换过程的安全稳定。为了实现故障自动检测和备自投功能,需要采用先进的传感器技术、通信技术和数据分析技术。例如,通过安装在箱变内的各种传感器,可以实时采集设备的运行数据;通过通信技术将这些数据传输到监控中心进行分析处理;通过数据分析技术对历史运行数据进行分析,预测设备可能出现的故障,并提前采取预防措施。

## 3 结论

本研究深入探究了数字智能化箱式变电装置。在技术原理上,明确了传感器技术与通信协议的作用及美式、欧式箱变特点。设计方面,硬件设计的芯片应用与电源电路优化,软件设计的监控与自动化功能实现,提升了装置性能。实际应用验证了其优势,如提前发现故障、快速切换备用电源等。未来,需持续创新传感器等技术,拓展在分布式能源等领域应用,提升电力系统智能化与可靠性,以适应电力需求增长,推动电力行业可持续发展,为社会提供更优质电力服务。

## 参考文献

- [1]张颖.电力大数据在电网建设中的应用现状——电力大数据技术及其应用研究[J].水利水电技术,2020(04)
- [2]蔡佳铭,谢宁等.配电网规划的数字化技术和建模方法——第24届国际供电会议研究成果综述[J].电网技术,2019(06)
- [3]郭升,童晓阳,王洪彬.计及设备老化与计划检修的智能变电站保护系统可靠性评估方法[J].电力系统保护与控制,2019(09)
- [4]谢大为,刘祥,刘玉娟.电网运行风险预警智能化技术研究与应用[J].自动化应用,2018(06)
- [5]王雅妮,齐伟强等.极端天气对北京电网运行影响的研究[J].农村电气化,2024(09)