

# Application and Practice of Distribution Network Automation System in Shengli Oilfield Regional Power Grid

Zhantao Qian

Shengbei Power Supply Management Area, Shengli Oilfield Electric Power Branch, Sinopec Co., LTD, Dongying Shandong  
Email: [qianzhantao.slyt@sinopec.com](mailto:qianzhantao.slyt@sinopec.com)

Received: Jun. 5<sup>th</sup>, 2020; accepted: Jul. 7<sup>th</sup>, 2020; published: Sep. 15<sup>th</sup>, 2020

---

## Abstract

This article describes the application situation of the distribution network automation system in the Shengli Oilfield Shengcai District, introduces various operation and maintenance measures of the terminal equipment of the distribution network automation system in combination with the actual work, and provides important management and technical support for the long-term stable operation of the distribution network automation system.

## Keywords

Distribution Network Automation, FTU, Reliability

---

# 配网自动化系统在胜利油田区域电网的应用与实践

钱占涛

中国石化股份胜利油田电力分公司胜北供电管理区, 山东 东营  
Email: qianzhantao.slyt@sinopec.com

收稿日期: 2020年6月5日; 录用日期: 2020年7月7日; 发布日期: 2020年9月15日

## 摘要

本文阐述了胜利油田胜采区域配网自动化系统的应用情况, 结合工作实际介绍了配网自动化系统终端设备运行维护的各项措施, 为配网自动化系统的长期稳定运行提供了重要的管理经验和 technical 支撑。

## 关键词

配网自动化, FTU, 可靠性

Copyright © 2020 by author(s), Yangtze University and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着当今社会经济的高速发展, 对电力保障提出了越来越高的需求。配网自动化系统作为智能电网的重要组成部分, 能够有效保证配电网安全可靠经济运行, 得到了广泛的应用和发展。配电网自动化是运用计算机技术、自动控制技术、电子技术、通信技术及高性能的配电设备等技术手段, 对配电网进行离线与在线的智能化监控管理, 使配电网始终处于安全、可靠、优质、经济、高效的最优运行状态[1]。其最终目的是为了提高供电可靠性和供电质量, 缩短事故处理时间, 减少停电范围, 提高配电系统运行的经济性, 降低运行维护费用, 最大限度地提高企业的经济效益和整个配电系统的管理水平。

我国配网自动化研究开始于 1990 年, 比发达国家晚了近 20 年。在其发展的前期, 资金有限、计算机技术也比较落后。但在最近几年, 随着我国经济的发展, 城乡电网进行了大面积的改造, 配网自动化的工作也有了非常大的进步[2]。国外对配网自动化系统也非常重视, 现已经形成了集变电所自动化、馈线分段开关测控、电容器组调节控制、用户负荷控制和远程抄表等系统于一体的配电网管理系统(DMS), 其功能多达 140 余种。

配网自动化有自身特点, 现场情况复杂, 测控点多, 大部分设备在户外运行, 工作环境恶劣, 设备的可靠性、质量、寿命等要求都比户内设备要高, 而且给装置供电的蓄电池易出现问题。所以, 配网自动化系统在运行维护方面还存在一些难点[3]。

## 2. 胜利油田胜采油区配网自动化应用情况

胜利油田自 2000 年开始对配网自动化系统进行探索, 2005 年 5 月配网自动化系统在胜采油区正式投入应用, 随着投入的增加和系统的不断完善, 目前胜采油区已有 54 条油井线路实现了配网自动化功能, 总计安装配网终端设备 293 台, 极大提升了油井供电的可靠性, 为胜利油田原油生产提供了可靠的服务保障。配网自动化系统的应用主要以下优点。

### 2.1. 提升供电能力和供电可靠性, 实现经济运行

通过在油井线路上安装的配网开关和配网终端 FTU, 将一条线路分成几段, 故障发生时可以实现故障定位、隔离, 将故障影响面缩小在最小的范围, 提高了供电能力及油井线路运行的可靠性。

### 2.2. 缩小影响范围, 缩短停电时间, 降低故障影响

当油井线路出现故障时可通过 SCADA 上的线路拓扑关系示意图及历史曲线、线路事故报警等一系列信息快速、准确判断出故障范围, 并通过远程遥控开关将故障区域隔离, 无故障区域迅速恢复供电[4]。故障区域的锁定给事故处理人员提供了准确的信息, 使故障可以在最短的时间内得到有效处理, 大大减少了人力物力财力, 节约了成本。

### 2.3. 调整运行方式, 开展负荷预测, 优化线路运行

根据实际情况优化调整油井线路运行方式, 通过远程操作线路开关使其分段运行, 减少检修停电范围。通过对电流、电压、有功、无功等数据的实时监测、分析, 可以对线路负荷进行预测, 提高电能质量, 从整体上提高电力生产的安全经济运行水平。

### 2.4. 有效降低线损, 做好监控分析, 减少电量流失

根据配电网的负荷状况及时有效地调节线路的运行方式, 使大多数的线路负荷不超过经济运行电流, 有效降低线损。通过 TMR 系统可以进行电费缴纳、线损分析等应用。结合历史数据记录还可以对线路的用电量进行监视, 及时发现窃电行为, 减少电量流失。

### 2.5. 实时掌握配网运行状况, 提高配网管理水平

电网实时信息经综合处理后, 以管理系统的方式显示出来, 为配网管理人员的生产运行管理和重大事项的决策提供基础数据, 提高了配电网的管理水平, 提升了保油保供能力。

## 3. 配网自动化系统终端维护措施

### 3.1. 更新升级老化设备, 提升配网系统运行可靠性

从配网开关运行维护的实际工作经验来看, 配网设备(尤其是无线通信模块)老化、稳定性变差是影响配网通讯率的最重要原因。综合目前胜采区域配网自动化系统使用情况和油井配电线路实际运行状况, 制定出硬件配置升级和老化设备更新方案。

统一设备选型。在配网终端升级选型中, 针对前期设备终端运行中出现的问题, 借鉴国家电网相关技术标准进行反复论证选优, 在本次升级选型中, 各区域配网设备统一标准, 具有很好的通用性和互易性, 解决了长期以来各区域之间设备标准不统一, 型号繁多管理难度大的问题[5]。

优化升级方案。在升级的设备产品中, 取消了通过式综合 PT, 改用双绕组的单相 PT, 把零序互感器置于开关内部, 这样的组合不但完全满足需求, 而且设备整体小型化、轻量化, 方便现场安装和维护,

大大降低了运营成本。由于在主电路上减少了一个通过式设备，减少了潜在故障点。同时按照国家电网标准，将开关与馈线终端之间的连接线交流电源信号与直流信号分开，大大提升了设备抗干扰的性能[6]。

随着配网终端设备的升级完善，胜采区域油井线路上先后更换了老化终端设备 128 台次，基本消除了配网终端运行中出现的问题，有效提升了配网自动化系统的运行水平。

### 3.2. 研制综合测试装置和 FTU 实验平台，提高馈线终端维护成功率

胜采区域油井线路目前在用的 FTU 多数安装于 2005~2007 年，目前已经运行了 13 年以上，而且户外工况条件恶劣，整体性能以及多重部件老化可靠性变差，造成通讯故障率居高不下。现场 FTU 故障类型日趋复杂，同一个故障现象常为多重故障，维护维修工作日益繁琐复杂，经常发生同一台 FTU 经过多次现场处理才能查明故障原因并消除的情况。同时，由于无法检测调试备件合格与否，曾多次出现更换的备件到现场不合适的现象，大大增加了维护成本的投入。

公司研制了馈线终端综合测试装置。该装置结构简单，简便实用。通过更换不同功率的灯泡，达到调整电流的目的；具备三相电流指示功能，设备状态一目了然；利用端子转接，解决接口兼容问题；独立开关闭锁设计，使用绝缘护套，安全可靠；电流模拟采取了电流互感器反向工作状态，以小电流变换出可用于设备检测到的大电流。

建立了 FTU 实验平台，利用该平台对拟替换到现场的 FTU 部件进行试验，确保部件到现场安装后就可以正常运行。同时针对拟替换备件相关联的部件一并调试合格后带到现场备用，争取现场施工开展故障排查、备件替换、调试等工作一次性完成，这样可节约大量的费用支出，同时对配网的通讯率和稳定性的提高起到重要作用。

### 3.3. 研制蓄电池活化装置，提高蓄电池使用寿命

根据配网终端的实际运行状况，对配网终端电源部分进行改造，加装一套电池自动活化装置，该装置由可编程继电器、中间继电器等部件组成，控制电源为 110 伏交流电，定期对蓄电池进行充放电[7]。

经过多次论证及试验，当配网终端通电后，该装置显示屏点亮，显示预定充电时间，按下启动按钮，可编程序继电器启动，开始记数，当达到预定充电时间后，可编程序继电器控制中间继电器，断开 110 伏交流电源，配网终端改由蓄电池供电，同时可编程序继电器记数，显示屏显示预定放电时间，达到预定放电时间后，可编程序继电器控制中间继电器，恢复 110 伏交流电源，配网终端由系统电源供电。如此循环，完成蓄电池自动充放电的功能，实现蓄电池的自动活化，激活蓄电池活性物质，消除蓄电池极板活性物质的硫酸化，降低蓄电池内阻，提高蓄电池性能，延长蓄电池的使用寿命[8]。

1) 充电时间的确定，充电要求根据实际情况而定，参考平时运行频率、蓄电池厂家提供的说明，以及配套的充电器性能等参数制定，严格按照蓄电池的维护技术条件进行维护，以保证蓄电池组处于完好状态，浮充电压或充电电压稳定在规定值内。根据厂家提供的充电使用参数：充电电压 13.6~13.8 V/12 V (单块 25℃)，我们调整电源模块充电电压为 27.75 V，充电电流为 1 A，采用恒压充电(恒压充电是始终以一定不变的电压对电池进行充电，其优点是气体产生很少，耗水量小，存在充电不完全的缺点)。蓄电池充电 48 小时后，测量蓄电池电压为 26.5 V，容量为额定容量的 92%，电源模块改由小电流对蓄电池进行浮充，10 天后，蓄电池容量达到 100%，考虑蓄电池自身损耗及现场环境温度，确定充电时间为 13 天。

2) 放电时间的确定，严格按照规程要求做好蓄电池放电试验，放电过程中要加强对蓄电池组及单体蓄电池电压的检测，特别是放电即将终止时更要加强对蓄电池电压的监测。当达到生产厂家规定的放电终止电压时，应立即终止放电。为保证蓄电池的使用寿命，应特别注意蓄电池的放电深度：当放电电流为 0.1 Q 以下时，放电终止电压为 1.83 V/台；Q 为电池的额定容量。蓄电池应严格按上述的放电终止电

压放电, 否则会发生过放电现象, 缩短蓄电池使用寿命。按绝大多数用户的情况, 蓄电池以放电深度为 50%~70%时充一次电最佳, 这样可使蓄电池寿命达到最佳效果。蓄电池放电 22 小时后, 测量蓄电池电压为 21.5 V, 容量为额定容量的 60%, 确定放电时间为 24 小时。

### 3.4. 编制运维操作规程, 实现配网规范化管理

随着电力新技术的迅速发展和应用, 配电网自动化系统在油田的应用越来越广泛, 配电网自动化设备的维护操作成为自动化系统提高运行效率的关键。目前油田配网自动化系统在操作、维护方面没有统一执行标准, 这是制约整个油田配网自动化系统可靠性及效能发挥的一个重要因素。

公司组织专业人员编制《馈线终端 FTU 运行维护操作规程》, 对配网自动化系统日常维护、馈线终端 FTU 调试与安装、配电自动化系统的远程操作、线路故障区段判断及隔离、馈线终端 FTU 故障判断、馈线终端 FTU 备件更换等六大方面的操作进行了详细的规定, 实现油田系统各单位在配网自动化系统操作维护上的标准统一, 从而保障配网自动化系统的效能发挥, 提高配网管理水平和工作效率[9]。

### 3.5. 实施闭环管理法, 提升运维工作水平

随着配网自动化系统的进一步完善, 终端的数据将大幅增加, 终端设备的稳定运行将是整个配网自动化系统可靠运行的前提。通过对配网自动化系统日常终端 FTU 维护工作内容进行梳理总结归类分析, 结合日常生产实际具体情况, 制定了《配网馈线终端 FTU 运行维护闭环管理法》, 主要包括: 数据巡查统计、问题分类分析诊断、模块化处理、反馈跟踪校验四个重要环节, 形成了一套从终端故障的发现到分析到处理到归纳总结经验一个完整的配网馈线终端 FTU 运行维护管理流程, 通过坚持实施上述的闭环管理, 不断提升终端 FTU 的运维水平和现场维护人员的工作效率[10]。

数据巡查统计: 配网馈线终端 FTU 运行问题主要以主站系统实时采集信息为核心, 充分发挥配网主站的核心作用, 通过以配网系统实时采集数据信息为依据, 及时发现终端 FTU 运行问题[11]。

问题分类分析诊断: 通过配网系统, 集合主站及终端维护技术人员根据配网系统所反映出的终端问题的分类诊断, 为终端维护提供快速准确的现场维护导向。主要根据对各类相关系统信息诊断、问题原因分析以及结合经验最终制定出准确的问题诊断措施。

模块化处理: 把现场处理工作拆分各部模组, 制定各个维护模组的操作流程, 规范现场维护工作程序, 提升处理效率。同时把维护工作、资料收集、数据巡查积累作为现场工作的模组, 多项工作整合完成, 有效提升现场工作效率。

反馈跟踪校验: 对维护完成的工作进行主站实时跟踪校验, 核对现场维护记录填写情况, 并及时收集整理相关资料。通过资料的收集整理, 形成宝贵的维护工作经验, 进一步提升运维工作方案的针对性和准确性, 为现场维护人员提供有效的故障处理方案, 提高现场工作的效率, 降低工作强度。

## 4. 结语

配网自动化系统的应用以及系统终端各项维护措施的落实, 在配电网的运行管理中发挥了重要的作用, 为油田油气生产和油井线路的可靠供电提供了服务保障, 确保了油井生产的时率时效, 真正做到电网正常时优化运行, 发生故障时快速处理, 遇到灾害时紧急应对。随着科学技术的不断发展, 配网自动化技术的应用将为公司打造中石化“安全平稳科学高效”电力运营商再做新贡献。

## 参考文献

- [1] 刘健, 倪建立, 杜宇. 配电网故障区段判断和隔离的矩阵算法[J]. 电力系统自动化, 2002, 23(1): 31-33.
- [2] 徐腊元. 国内配网自动化综述[J]. 农村电气化, 2004(3): 5-6.

- 
- [3] 谷水清. 配电系统自动化[M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.
  - [4] 林功平. 配电网馈线自动化解决方案的技术策略[J]. 电力系统自动化, 2001, 25(7): 52-55.
  - [5] 伍行健. 故障信息的识别与处理[D]: [博士学位论文]. 武汉: 华中理工大学, 2003.
  - [6] 秦臻, 余文波. 简析继电保护与配电自动化配合的配电网故障及其解决方法探究[J]. 城市建设理论研究, 2012(14): 1-6.
  - [7] 王明俊, 于尔铿. 配电系统自动化及其发展[M]. 北京: 中国电力出版社, 2002.
  - [8] 刘健, 张志华, 张小庆, 等. 继电保护与配电自动化配合的配电网故障处理[J]. 电力系统保护与控制, 2011, 39(16): 53-57.
  - [9] 周羽生, 周有庆, 戴正志. 基于 FTU 的配电网故障区段判断算法[J]. 电力自动化设备, 2003, 20(4): 25-27.
  - [10] 夏远福, 江道灼, 黄民翔. 101 规约在馈线自动化系统中的应用[J]. 继电器, 2002, 30(10): 29-32.
  - [11] 程干江. 智能馈线自动化方案[J]. 电力系统自动化, 2001, 25(9): 42-44.