

T/BEPIA

北京市电力行业协会标准

T/BEPIA 00001—2022

代替原 T/BEPIA 00001—2019

高压电力用户配电室智能化运维规范

Specification for intelligent operation and maintenance of power
distribution room for high voltage power users

2022-10-17 发布

2022-11-1 实施

北京市电力行业协会发布

目 次

目 次	I
前 言	II
引 言	III
1. 范围	1
2. 规范性引用文件	1
3. 术语和定义	1
4. 系统建设	3
5. 智能化运维	12
参 考 文 献	22

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 T/BEPIA 0001—2019《高压电力用户智能化运维规范》，与 T/BEPIA 0001—2019 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了规范性引用文件 DB11/T 527 配电室安全管理规范（见 2）；
- b) 增加了前置服务、边缘计算层、数据感知层的术语和定义（见 3）；
- c) 修订了智能运维系统的术语和定义（见 3.2，2019 年版的 3.2）；
- d) 修订了数据采集层的术语和定义（见 3.6，2019 版的 3.3）；
- e) 删除了接入网关的术语和定义（见 3，2019 版 3.7）；
- f) 修改了智能运维系统整体架构的要求（见 4.2.1，2019 版 4.2.1）；
- g) 修改了智能运维系统的架构描述（见 4.2.2，2019 版 4.2.2）；
- h) 增加了智能运维系统扩展功能要求的章节（见 4.3.2）；
- i) 修改了通讯传输层的技术要求（见 4.4，2019 版的 4.5）；
- j) 增加了汇聚网关的技术要求（见 4.5）；
- k) 修改了数据采集点分类的要求（见 4.6.1，2019 版 4.4.1.1）；
- l) 修改了高压回路数据采集要求，增加了高压采集功率的要求（见 4.6.2.2.1，2019 版 4.4.2.1）；
- m) 增加了扩展功能监测数据采集要求（见 4.6.3）；
- n) 修改了监测系统电源配置的要求（见 4.7，2019 版 4.4.3）；
- o) 修改了监控系统性能指标的要求（见 4.8，2019 版 4.6）；
- p) 修改了智能运维的运维方式要求（见 5.1，2019 版的 5.1）；
- q) 修改了智能运维中心工作职责的要求（见 5.2.1，2019 版的 5.2.1）；
- r) 修改了智能运维操作队工作职责的要求（见 5.2.2，2019 版的 5.2.2）；
- s) 修改了智能运维的工作内容（见 5.3，2019 版的 5.3）；
- t) 增加了正常、预警、报警状态下的智能运维的流程和要求（见 5.4）；
- u) 增加了智能运维的人员要求（见 5.5）；
- v) 增加了数据采集点的设置和数据采集量汇总表（见附录 A）；
- w) 增加了参考文件（见参考文献）。

本标准按照 GB/T 1.1—2020 给出的规则起草。

本标准由北京市电力行业协会提出并归口。

本标准起草单位：北京九州恒盛电力科技有限公司、国网（北京）综合能源服务有限公司、北京龙德缘电力科技发展有限公司、北京科锐配电自动化股份有限公司、北京中科锐智电气有限公司、北京电务通能源有限公司、易电务（北京）科技有限公司、恒泰宏科科技有限公司、北京亦庄安捷物联科技有限公司、盛隆电气集团武汉光谷电气有限公司、北京同方电气工程有限公司

本标准起草人：陈铁成、胡金鑫、于文革、王建民、张伍勋、肖佳、刘海军、李金龙、朱志永、袁钦成、宋洪宾、尹博瀚、刘同新、曹冬云、毕静姝、谢远芹、褚海东、秦超、米建强、肖云、魏晨、王明建、肖晓琳、白广斌、刘蓓、李开

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——2019 年首次发布为 T/BEPIA 00001—2019；

——本次为第一次修订。

本标准执行过程中如有意见或建议，请寄送北京市电力行业协会（地址：北京市丰台区科兴路 3 号，邮编：100070）。

引 言

0.1 标准制定的重要意义

高压电力用户配电室的安全运行是首都电网安全运行重要组成部分，直接关系到人民的生产生活，关系着北京市作为“全国政治中心、文化中心、国际交往中心、科技创新中心”（以下简称“四个中心”）的建设工作，为促进高压电力用户的安全运行技术的进步、改善安全运行管理工作、提高运维管理效率，促进运维管理工作完善和提高，支撑北京市“四个中心”的建设工作，制定针对高压电力用户配电室智能运维系统的建设，利用系统进行智能化运维的规范具有重大意义。

0.2 标准制定的目的

- 引导和规范高压电力用户智能运维系统的建设；
- 指导和规范高压电力用户依据智能运维系统进行智能化运维工作；
- 强化高压电力用户配电室智能化运维的安全性；
- 推进用户侧配电室社会化、无人化管理，降本增效，助力“双碳”指标达成。

0.3 标准对智能化运维的作用

- 采用物联网、大数据、云计算、移动应用等现代信息技术知识；
- 规范高压电力用户智能运维系统建设的技术要求；
- 规范高压电力用户智能化运维工作的内容；
- 提高高压电力用户配电室安全运行的可靠性；
- 指导高压电力用户配电室智能运维的落地实施。

高压电力用户配电室智能化运维规范

1. 范围

本文件规定了高压电力用户配电室智能运维系统技术要求和智能化运行维护规范。

本文件适用于高压电力用户配电室智能运维系统的建设和高压电力用户配电室的智能化运维。

2. 规范性引用文件

下列文件对于本规范的应用是必不可少的，凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

GB 31989 高压电力用户用电安全

GB/T 37025 信息安全技术 物联网数据传输安全技术要求

GB/T 31960.7 电力能效监测系统技术规范 第7部分：电力能效监测终端技术条件

DL/T 634.5104 远动设备及系统第5-104部分：传输规约采用标准传输协议子集的 IEC 60870-5-101 网络访问

DB11/T 527 配电室安全管理规范

3. 术语和定义

GB 31989 界定的以及下列术语和定义适用于本规范。

3.1

高压电力用户配电室 high voltage consumer distribution room

高压电力用户配电室，指用户自有产权的变配电站室（包含箱式变电站、柱上变压器）。

3.2

智能运维系统 intelligent operation and maintenance system

建立在物联网、大数据、云计算、移动应用等现代信息技术发展基础上，结合传统电气、自控、通讯等领域新技术对高压电力用户配电室设备和环境进行监测，实现远程智能数据采集、运行监测、预警和报警监测处理、智能运行统计分析、智能报表管理、档案管理等基本功能，可具备运维流程工单、智能识别、智能联动和能效管理等扩展功能，用于支撑高压电力用户智能化运维的变配电综合管理系统。

3.3

系统平台层 system platform layer

由各级监控中心网络及数据软硬件设备以及工作站等监控终端设备组成的，将通过数据采集层和通讯传输层采集、转换并上传的被监测对象的运行数据信息进行存储、处理和展示的系统装置和设备的集合。

3.4

前置服务系统：Pre-service system

部署在系统平台层的一种数据采集及处理系统，与汇聚网关或数据采集设备进行数据交互，支持多种通讯规约，支持多种设备连接的系统。

3.5

通讯传输层 communication transport layer

由网络交换机、路由器以及其他网络传输设备等组成，将数据采集层数据收集并转换为监测系统软硬件可识别的信息，通过网络条件传输至应用层的系统装置和设备的集合。

3.6

数据采集层 data acquisition layer

数据采集层由边缘计算层和数据感知层组成，数据感知层的信息与边缘计算层进行交互，实现数据的采集、处理、上传和命令转发。

3.7

边缘计算层 Edge Computing layer

边缘计算层处于数据采集层内，靠近物或数据源头的网络边缘侧，是融合网络、计算、存储、应用核心能力的监控终端装置与对应的软件应用共同构成的系统。该系统提供数据采集和处理、通信协议转换、智能联动及与其他系统的数据接口等功能。

3.8

汇聚网关 aggregation the gateway

部署在边缘计算层内的一种网关设备，具备多种通信接口，从数据采集设备获取数据和信息，支持多种通讯规约，具备数据和信息处理能力，并与系统平台及其他相关设备（系统）交换数据和信息，可单独设置，亦可集成于数据采集设备内。

3.9

数据感知层 Data perceptive layer

数据感知层主要包含各类数据采集设备、各类智能仪表和监控装置、各种辅助系统（如直流、消防系统等）等设备。主要功能为实时监测配电室内电参量、电能质量、故障状态等系统运行状态量，变压器、开关柜等设备的温度、噪音等设备状态量，环境温湿度、气体、水浸、门禁等环境状态量。

数据感知层也包含了其它系统。

3.10

数据采集设备 data acquisition equipment

数据采集设备部署在数据感知层，是能够将被测量的物理信息转换为数字信息的器件或装置，包括传感器及相关电子设备。

3.11

数据采集点 data acquisition points

反映一个单独的运行参数或运行状态的最小数据信息单元。

3.12

智能化运维 intelligent operation and maintenance

依据高压电力用户配电室智能运维系统，以实时监测数据为基础，以可视化为手段，以智能化功能为依托，利用智能化数据分析技术，实时监控配电室运行状态，在最少的人员干预下，保障配电室的安全运行，提高整体运维效率，降低运维成本，实现配电室无人值班、少人值守的运维模式。

3.13

智能运维中心 Intelligent operation and maintenance center

具备对所辖高压电力用户配电室设备及其运行情况进行远方监控、调度、运行管理功能的监控中心。

3.14

智能运维操作队 Intelligent operations and maintenance team

负责所辖高压电力用户配电室现场智能运行维护工作的团队。

3.15

无人值班配电室 unattended distribution room

在智能运维中心的管辖范围内，具备向智能运维中心上传设备的电气、环境、视频等信息及其运行情况等功能，不设置固定运行维护值班岗位，由智能运维中心和智能运维操作队完成运维工作的配电室。

3.16

少人值守配电室 less people on duty distribution room

在智能运维中心的管辖范围内，因运行需要现场须配置少量人员值守的配电室。

4. 系统建设**4.1 总体要求****4.1.1 先进性**

系统应采用先进的技术和方法，保证系统具备较长的生命周期。

4.1.2 可靠性

系统应确保数据获取、数据处理、数据传输等过程的准确和可靠。

4.1.3 安全性

系统应确保用户数据安全和用户隐私安全，按不同用户对安全的需求提供不同的安全等级保护，确保用户的数据和隐私均受到保护。

4.1.4 集成性

系统应能从其他信息系统获取数据，并且能为其他信息系统提供数据集成接口。

4.1.5 可扩展性

系统的软、硬件都可动态扩展，系统配置和设计容量具有合理冗余，符合扩展需要。

4.2 系统架构

4.2.1 整体架构

系统架构可以划分为四个层次：系统平台层、通讯传输层、边缘计算层和数据感知层，是提供高压电力用户配电室信息感知、传输、存储、处理、业务应用及展示的完整应用系统，其中边缘计算层和数据感知层，也可合称为数据采集层。

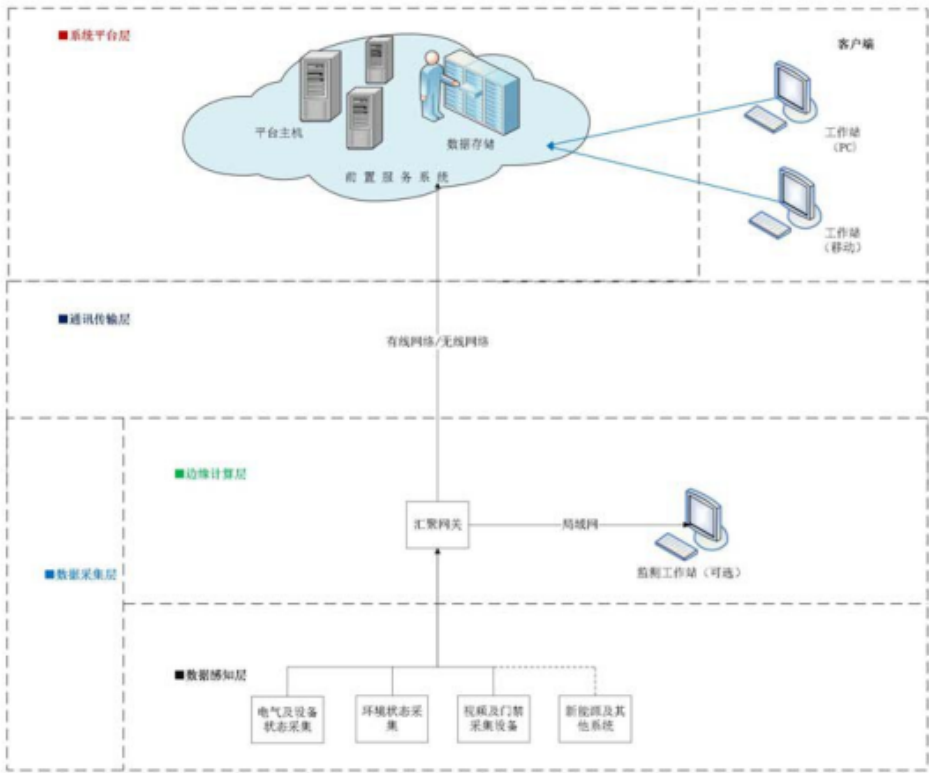


图 1 系统架构

4.2.2 架构描述

数据感知层的数据采集设备采集数据，通过有线或无线方式将数据传递至边缘计算层的汇聚网关。

边缘计算层的汇聚网关对数据进行处理后，通过通讯传输层发送到系统平台层，同时接收来自系统平台层的命令和配置参数等。

通讯传输层实现数据和信息在数据采集层和系统平台层之间的传输，组网可采用有线网络或无线网络。

系统平台层对数据进行转换、存储、抽取和分析，向用户提供各种业务应用，以图形可视化展示。

客户端属于系统平台层，是指向服务器发出请求，从服务器接收服务，为客户提供本地服务，运行在计算机或智能手机上的软件。

系统宜采用下列部署方式：

- a) 数据采集层（数据感知层和边缘计算层）、通讯传输层、系统平台层都就地部署；
- b) 数据采集层（数据感知层和边缘计算层）就地部署，通讯传输层部署在广域网（公网或专网），系统平台层部署在智能运维中心，宜就地部署监测工作站。

4.3 系统功能要求

4.3.1 基本功能

4.3.1.1 运行监测

系统应具备运行监测功能，对配电室内设备运行状态、运行参数和配电室运行环境情况进行监测，电力用户可通过客户端实时获取配电室的运行状况，系统的运行监测功能应符合下列要求：

- a) 应支持高压电力用户配电室的设备运行状态、运行参数等的实时监测；
- b) 应支持对监测内容进行可视化展示，并提供多样化的展现形式。

4.3.1.2 预警功能

系统应具备预警功能，支持用户对配电室运行参数越限情况进行实时监测、追踪，支持对预警历史信息的查询与管理，系统的预警功能应符合下列规定：

- a) 预警内容应包括：不影响系统长期运行的开关状态变化、运行参数越过对应的预警阈值、设备运行状态异常及环境状态异常等；
- b) 预警发生时应通过特定音响及时提醒监控人员，并记录、显示预警内容，必要时可进行预警信息推送。
- c) 应提供历史预警信息按照条件设定检索查询以及打印输出功能。

4.3.1.3 报警处理

系统应具备报警处理功能，支持用户对配电室故障报警信息实时监测、追踪，支持对报警历史信息查询与管理，系统的报警处理功能应符合下列规定：

- a) 报警内容应包括：应包括电力报警开关事故跳闸，宜包含设备故障报警、运行值和环境状态参数越过对应的报警阈值等其他方面的报警；
- b) 报警发生时应立刻推出（推送）报警条文，通过特定音响及时提醒监控人员，事故跳闸开关应闪烁提示监控人员；
- c) 应提供历史报警信息检索查询以及打印输出功能。

4.3.1.4 运行统计分析

系统应具备运行统计分析功能，用户可通过运行统计分析功能对配电室的运行数据进行查询、对比和分析，系统的运行统计分析功能应符合下列规定：

- a) 应支持对配电室内运行数据进行统计计算；
- b) 应支持按照组合查询条件查询相应数据并通过图形、表格形式进行显示。

4.3.1.5 报表管理

系统应具备报表管理功能，用户可通过报表管理功能对负荷数据、电量数据、预警数据、报警数据进行查询、下载和打印，系统的报表功能应符合下列规定：

- a) 应支持使用历史数据，按照设定周期，生成不同格式和类型的报表；
- b) 报表应支持打印输出的功能。

4.3.1.6 基础信息管理

系统应具备基础信息管理功能，支持通过人工录入或系统交互等手段，进行创建和管理用户的基础信息和配电室设备基础信息等操作。

4.3.1.7 配置管理

系统应具备配置管理功能，支持通过人机界面对系统功能模块、用户权限和相关设备参数、属性进行配置。

4.3.2 扩展功能

4.3.2.1 流程及工单管理

智能运维系统可具有规范的运维管理流程，支撑智能运维中心人员通过智能运维系统管理智能运维工作，包括但不限于：运维工单的生成、发布、接受、处理、评价、存档管理等运维全过程记录。

4.3.2.2 智能识别

智能运维系统可具备以下功能：

- a) 具备安全行为监测功能，实时监测现场人员安全帽佩戴，工作服、安全带穿戴，安全区域越界等情况；
- b) 具备实现作业人员的到岗验证，有效识别黑名单人员、非工作人员和无资质人员到现场作业功能；
- c) 通过图像与视频分析，实现行为管控、烟雾等状态监测功能；
- d) 通过门禁信息有效管理配电室门的开启与关闭，保证授权人员自由出入，限制未授权人员进入。

4.3.2.3 智能联动

智能运维系统可具备以下功能：

- a) 具备门禁与红外布防、照明、风机联动功能；
- b) 具备温湿度与空调、风机、除湿机联动功能；
- c) 具备风机自定时启动，与 SF_6 、 O_2 、 O_3 等气体浓度越限联动功能；
- d) 具备排水泵与水浸联动功能；
- e) 具备故障自动隔离和自动恢复供电功能。

4.3.2.4 能效管理

能效管理可包含但不限于以下功能：

- a) 能耗统计分析；
- b) 用能定额管理；
- c) 自动能效分析报告。

4.3.2.5 其它系统的接入和集成

- a) 分布式电源设备：可具备支持分布式电源集成协议接口接入系统功能，实现对配电室管理区域内的分布式电源发电设备运行工况数据的采集，实时监测分布式电源馈入电网的电能量，实时监测并网点电能质量的指标状况，实现对分布式电源的实时监控；
- b) 充电桩：可具备支持充电桩集成协议接口接入系统功能，实现对新能源充电桩的充电接口温度数据、工作电压、工作电流等数据的采集；
- c) 储能系统：可具备充电、放电功率数据采集功能，并可根据客户需求控制储能系统充放电；
- d) 可根据客户需求，具备与用户的综合能源流数据对接功能；
- e) 上述系统以外的其它系统的必要集成，支持其他系统的数据的输入接口、对其他系统的数据输出接口。

4.4 通讯传输层

4.4.1 通信连接要求

4.4.1.1 数据感知层与边缘计算层的接口设备连接要求

数据感知层与边缘计算层之间设置有监控终端，数据感知层与边缘计算层的连接，应具备通过有线方式或无线方式连接；特殊情况下，数据感知层与系统平台层之间也可采用有线方式或无线方式连接。

4.4.1.2 边缘计算层与系统平台层的接口设备连接要求

边缘计算层与系统平台层之间通过通信传输层连接：应具备通过有线方式或无线方式连接功能。

4.4.2 通信协议要求

4.4.2.1 数据感知层与边缘计算层接口设备通信协议要求

应具备使用 modbus、IEC 60870-5-101、IEC 60870-5-103、IEC 60870-5-104 等规约或国家标准通信协议进行数据交互的功能。

4.4.2.2 边缘计算层与系统平台层之间通信协议要求

应具备使用 MQTT (Message Queuing Telemetry Transport, 消息队列遥测传输) 协议、IEC 60870-5-104 规约或国家标准通信协议进行数据交互的功能。上行通讯应支持数据的加密和压缩。汇聚网关与前置服务系统之间应定期发送心跳包，以避免网络链路丢失。上行通讯的网络连接应具备自恢复功能。上行通讯的网络连接丢失或恢复时，前置服务系统应将连接变化事件通知系统平台。汇聚网关应能够自动补发网络连接丢失期间采集数据。

4.4.3 通信状态监测

应具备设备通信状态监测、通信链路状态监测、通信诊断功能。

4.4.4 安全技术要求

通讯安全技术要求按 GB/T 37025 的要求执行。

4.5 汇聚网关

4.5.1 汇聚网关技术要求

汇聚网关是部署在边缘计算层的核心设备，应具备数据采集和处理、通信协议转换、与其他系统的数据接口等功能；

汇聚网关和传感器之间使用工业总线、以太网或无线等方式组网。汇聚网关应支持多种常用通讯规约，汇聚网关作为主站，传感器作为从站；

汇聚网关应实现对开关量和模拟量数据的处理。其中开关量处理包括信号取反、信号保持、即时报警、品质判断等，模拟量处理包括乘系数、乘指数、防突变、品质判断等。汇聚网关应能够保存不少于 15 天的重要采集数据；

汇聚网关应具备 4.4.2 节描述的向上通信的协议处理能力；

汇聚网关可具备智能识别、门禁信息、视频监控信息的就地处理功能，可支持 4.3.2.3 描述的智能联动功能要求的设备控制或者异常报警；

汇聚网关可根据客户需求接入新能源等系统，可具备对接用户综合能源流数据的接口。

4.6 数据感知层

4.6.1 数据采集点分类

4.6.1.1 智能运维系统监测数据采集点分为：电气运行及设备状态数据采集点、环境数据采集点、视频及门禁数据采集点。

4.6.1.2 监测数据分为基本数据和扩展数据，基本数据为智能运维系统建设必须要采集的监测数据，扩展

数据为在标准配置基础上根据实际需要而选择增加的监测数据。

4.6.2 基本功能监测数据采集要求

4.6.2.1 基本功能监测数据采集点设置要求

4.6.2.1.1 电气运行及设备状态数据采集点设置要求

高压电力用户配电室电气运行及设备状态数据采集点的设置应符合下列规定：

- 高压系统设有微机继电保护装置的，应设置电气运行及设备状态数据采集点；未装设微机继电保护装置的，当项目投资和现场技术条件允许时，可加装数据采集装置设置电气运行及设备状态数据采集点；
- 低压系统应在变压器低压侧主进回路、母线联络回路、用户自备电源进线回路等涉及系统整体运行方式的重要回路上设置电气运行及设备状态数据采集点；
- 低压系统的无功自动补偿回路，应设置电气运行及设备状态数据采集点；
- 低压系统的重要负荷馈线回路，应设置电气运行及设备状态数据采集点；
- 低压系统的一般负荷馈线回路，当项目投资和现场技术条件允许时，可设置电气运行及设备状态数据采集点；
- 应在配电变压器上设置电气运行及设备状态数据采集点；当现场技术条件允许时，宜在直流站用电源设备上设置电气运行及设备状态数据采集点。

4.6.2.1.2 环境数据采集点设置要求

智能运维系统应在高压电力用户配电室内各独立功能区域设置环境数据采集点。

4.6.2.1.3 视频及门禁数据采集点的设置要求

智能运维系统应在高压电力用户配电室设置专用视频信息采集点，视频信息采集系统可通过独立的通信通道，将视频信息传输到智能运维中心。

4.6.2.2 基本功能监测数据采集要求

4.6.2.2.1 电气运行及设备状态数据采集要求

电气运行及设备状态数据的采集应符合以下要求：

- 高压回路电气运行及设备状态数据的采集应符合表 1 的要求；

表 1 高压回路电气运行及设备状态基本数据采集要求

回路类别	模拟量（遥测）	开关量（遥信）
进线回路	电压（注 1）、电流、有功功率、无功功率	开关位置、开关事故动作
馈线回路	电流	开关位置、开关事故动作
联络回路	电流	开关位置、开关事故动作

注 1：当现场设备的技术条件允许时。

- 低压回路电气运行及设备状态数据的采集应符合表 2 的要求；

表 2 低压回路电气运行及设备状态基本数据采集要求

回路类别	模拟量（遥测）	开关量（遥信）
进线回路	电压、电流、有功功率、无功功率、视在功率、有功电量、无功电量、功率因数	开关位置、开关事故动作（注 1）

回路类别	模拟量（遥测）	开关量（遥信）
联络回路		开关位置、开关事故动作（注1）
无功自动补偿回路	电流、无功功率、视在功率	
重要负荷馈线回路	电流	开关位置（注2）、开关事故动作（注1）
一般负荷馈线回路		开关位置（注2）
注1：当现场设备的技术条件允许时。		
注2：当断路器无可采集的开关位置信息时，可直接对断路器负荷侧带电状态进行监测。		

c) 变压器设备电气运行及设备状态数据的采集应符合表3的要求；

表3 变压器设备电气运行及设备状态基本数据采集要求

回路类别	模拟量（遥测）	开关量（遥信）
干式变压器	低压侧电压、低压侧电流、绕组温度	高温报警、超温跳闸
油浸变压器	低压侧电压、低压侧电流	轻瓦斯报警（注1）、重瓦斯跳闸（注1）
注1：当现场设备的技术条件允许时。		

d) 直流站用电源设备电气运行及设备状态数据的采集应符合表4的要求；

表4 直流站用电源设备电气运行及设备状态基本数据采集要求

设备类别	模拟量（遥测）	开关量（遥信）
直流站用电源	交流充电电压、交流充电电流、直流母线电压	直流母线绝缘异常报警

4.6.2.2.2 环境数据采集要求

环境数据的采集应符合表5的要求：

表5 环境基本数据采集要求

功能区域	模拟量（遥测）	开关量（遥信）
高压室	环境温度、环境湿度	水浸报警、烟感报警（注1）
低压室	环境温度、环境湿度	水浸报警、烟感报警（注1）
电容器室	环境温度、环境湿度	水浸报警、烟感报警（注1）
变压器室	环境温度、环境湿度	水浸报警、烟感报警（注1）
直流屏室	环境温度、环境湿度	水浸报警、烟感报警（注1）
注1：仅当相关功能区域未被建筑物火灾自动报警系统覆盖时设置，且在箱式变电站内不设置。		

4.6.2.2.3 视频信息采集要求

视频信息的采集应符合下列要求：

- 视频信息的采集范围应覆盖高压电力用户配电室的所有设备运行区域；
- 视频信息宜在本地存储，存储时间不得少于7×24小时；
- 箱式变电站可不对视频信息进行采集。

4.6.3 扩展功能监测数据采集要求

4.6.3.1 扩展功能监测数据采集点设置要求

4.6.3.1.1 电气运行及设备状态数据采集点设置要求

高压电力用户配电设备电气运行及设备状态数据采集点的设置可满足下列要求：

- 高压系统的高压开关与母线的连接处、高压电缆连接处，可设置温度数据采集点；
- 低压系统可在变压器主进回路、母线联络回路、用户自备电源进线回路等涉及系统整体运行方式的重要回路上设置温度数据采集点；
- 低压系统的无功自动补偿回路，可在放置电容器的柜体内壁或电容器上设置温度数据采集点；
- 低压系统的重要负荷馈线回路，可在低压电缆连接处设置温度数据采集点；
- 低压系统的一般负荷馈线回路，可在低压电缆连接处设置温度数据采集点；
- 配电变压器高、低压端子连接处，可设置温度数据采集点；如是油浸变压器，还可设置油温数据采集点；在配电变压器上本体或者外壳处设置噪音数据采集点；
- 可在 UPS 设备上设置电气运行及设备状态数据采集点。

4.6.3.1.2 环境数据采集点设置要求

智能运维系统可在高压电力用户配电室内各独立功能区域设置气体数据采集点。

4.6.3.1.3 视频及安防信息采集点的设置要求

智能运维系统可在高压电力用户配电室设置门禁数据采集点。

4.6.3.2 扩展功能监测数据采集的要求

4.6.3.2.1 电气运行及设备状态数据的采集应符合以下要求：

- 高压回路电气运行及设备状态数据的采集可按照表 6 的要求执行；

表 6 高压回路电气运行及设备状态扩展数据采集要求

回路类别	模拟量（遥测）
进线回路	视在功率、功率因数、功率方向、有功电量、无功电量、电网频率、最大需量、电流/电压的 2-31 次谐波，温度
馈线回路	电压、有功功率、无功功率、视在功率、功率因数、功率方向、有功电量、无功电量、最大需量、电流/电压的 2-31 次谐波，温度
联络回路	电压、有功功率、无功功率、视在功率、功率因数、功率方向、有功电量、无功电量，温度

- 低压回路电气运行及设备状态数据的采集可按照表 7 的要求执行；

表 7 低压回路电气运行及设备状态扩展数据采集要求

回路类别	模拟量（遥测）
进线回路	功率方向、电网频率、最大需量、电流/电压的 2-31 次谐波，温度
联络回路	电压、电流、有功功率、无功功率、视在功率、功率因数、功率方向、有功电量、无功电量、电网频率、最大需量、电流/电压的 2-31 次谐波，温度
无功自动补偿回路	温度
重要负荷馈线回路	电压、有功功率、无功功率、视在功率、功率因数、功率方向、有功电量、无功电量、电网频率、最大需量、电流/电压的 2-31 次谐波，温度
一般负荷馈线回路	电压、电流、有功功率、无功功率、视在功率、功率因数、功率方向、有功电量、无功电量、电网频率、最大需量、电流/电压的 2-31 次谐波，温度

c) 变压器设备电气运行及设备状态数据的采集可按照表 8 的要求执行；

表 8 变压器设备电气运行及设备状态扩展数据采集要求

回路类别	模拟量（遥测）	开关量（遥信）
干式变压器	噪音	风机启停信息、传感器故障信息
油浸变压器	噪音、油温（注 1）	

注 1：当现场设备的技术条件允许时。

d) 直流站用电源设备电气运行及设备状态数据的采集可按照表 9 的要求执行。

表 9 直流站用电源设备电气运行及设备状态扩展数据采集要求

设备类别	模拟量（遥测）	开关量（遥信）
直流站用电源	单体电池电压、温度	

e) UPS 电气运行及设备状态数据的采集可按照表 10 的要求执行。

表 10 UPS 电气运行及设备状态扩展数据采集要求

设备类别	模拟量（遥测）	开关量（遥信）
UPS	UPS 输入、输出电压，负载情况，电池容量	UPS 的状态变化和故障警报

4.6.3.2.2 环境数据采集点设置要求

智能运维系统可在高压电力用户配电室内各独立功能区域设置环境数据采集点，环境数据采集要求可按照表 11 执行。

表 11 环境扩展数据采集要求

功能区域	模拟量（遥测）	开关量（遥信）
高压室	气体监测	
低压室	气体监测	
电容器室	气体监测	
变压器室	气体监测	
直流屏室	气体监测	

4.6.3.2.3 门禁信息采集点的设置要求

智能运维系统可在高压电力用户配电室设置门禁信息采集点，门禁信息的采集符合下列要求：

- a) 门禁信息的采集范围可覆盖高压电力用户配电室的所有进出门；
- b) 门禁信息可在远程进行查看和管理，并可在智能运维系统中生成统计报表；
- c) 当有非授权人进入时，在现场可有警示灯及警铃提示，在智能运维系统上有报警提醒；箱式变电站可进行门禁信息采集。

4.7 系统电源要求

4.7.1 电源配置原则

智能运维系统应具有备用电源，当市电系统断电时，智能运维系统仍可进行监测工作。

4.7.2 电源配置要求

智能运维系统电源配置应符合下列要求：

- a) 智能运维系统数据采集层的汇聚网关及配套通讯传输设备，应通过 UPS 装置或具备同等功能的电源装置供电。当现场有来自不同高压电源供电的变压器的双路低压电源，亦可采用经自动装置互投后供电；
- b) 采用 UPS 电源供电的，UPS 装置自身的容量应按其所带设备总用电容量的 1.2~1.5 倍配置，电池应急供电时间不应低于 0.5 小时。
- c) 用户配电室装有直流系统时，不需安装单独的 UPS 装置，可安装以直流系统为电源的逆变器。逆变器功率不小于所带设备总用电容量的 1.2 倍。
- d) 智能运维中心的供电电源应采用多电源、双电源或双回路供电，当任何一路或一路以上电源发生故障时，至少仍有一路电源能对智能运维中心供电。

4.8 系统性能指标要求

性能指标应符合表 12 的规定。

表 12 智能运维系统的性能指标要求

数据感知层	模拟量实时数据采集周期	$\leq 1\text{min}$
	开关量实时数据采集周期	$\leq 10\text{s}$
系统平台层	历史曲线数据的存储周期	$\leq 5\text{min}$
	用户界面响应时间	$\leq 10\text{s}$
	报警响应时间	$\leq 10\text{s}$
	用户历史数据保存时间	$\geq 3\text{a}$
系统平台层	系统支持并发访问数量	≥ 100
	系统连续运行时间	$7 \times 24\text{h}$

5. 智能化运维

5.1 运维方式

高压电力用户配电室的智能化运维工作可自行或委托第三方进行实施及管理，应采用“智能运维中心”+“智能运维操作队”方式，形成“线上”和“线下”结合的智能运维模式。

5.2 工作职责

5.2.1 智能运维中心职责

智能运维中心负责对配电室设备运行数据、状态及环境进行实时监控，职责应包含但不限于以下内容：

- a) 负责工作任务下发与审核，保护定值的核对与修正、调度令的审核、指挥设备的操作及事故处理等；
- b) 负责实时监控，巡视监控数据、浏览视频、分析采集数据、监测到设备故障缺陷时，应迅速、准确对异常信号做出初步分析判断，根据情况通知智能运维操作队对设备进行检查，并启动相应的缺陷处理流程；

- c) 根据预警信息及运行数据做好事故预判,发现配电室设备的运行管理数据达到或超过阈值时,应做好记录,必要时通知智能运维操作队加强现场巡视;
- d) 负责将报警信息实时同步至配电室负责人、智能运维操作队,并监视报警处理情况,故障消除后应与智能运维操作队核对配电室内信号状态,并做好记录;
- e) 负责组织事故分析、设备故障记录归档、对配电室设备的运行管理数据进行综合分析,出具配电室运行报告,配电室运行报告应包含以下内容:
 - 1) 负荷情况分析;
 - 2) 电量统计分析;
 - 3) 预警信息分析;
 - 4) 故障统计分析;
 - 5) 巡检记录及分析;
 - 6) 设备缺陷及异常分析。

5.2.2 智能运维操作队职责

智能运维操作队的工作职责应包含但不限于以下内容:

- a) 负责配电室巡视、现场检查、责任区卫生、倒闸操作、故障隔离、与智能运维中心的调度联系、组织抢修等工作;
- b) 每次工作完毕后,应将巡视记录、内容、结果及时上报智能运维中心及配电室相关负责人;
- c) 智能运维操作队接到智能运维中心通知后应在不超过 1 小时内到达现场,处理接收到的任务,及时上报处理结果;
- d) 出现下列情况,智能运维操作队的人员应留守:
 - 1) 智能运维中心对配电室全部或重要设备失去监视或控制;
 - 2) 设备异常影响电网运行安全;
 - 3) 设备异常影响重要负荷范围较大。

5.3 工作内容

5.3.1 线上运维要求

5.3.1.1 基本功能监测的线上运维内容

线上运维作为智能运维中心的核心工作,应包含以下运维内容:

- a) 运行监测: 24 小时提供远程值班以及包括实时及历史视频查询、实时数据查询、历史变化及趋势分析在内的运行技术支持;
- b) 预报警监测: 24 小时提供预报警事件电话通知、预报警处置结果的通知;
- c) 调度指挥: 24 小时提供突发事件的调度指挥,24 小时提供报警发生前后的数据综合分析,包括但不限于相关回路电流电压变化、开关位置变化、保护动作事件;
- d) 报表出具: 至少每月提供包括高压、变压器及重要出线回路的电流、温度、功率、电度等的配电室运行数据报表,至少每月提供一次运行情况分析,至少包含功率因数、用电量、功率极值、设备运行状态等内容;
- e) 任务跟踪: 24 小时提供协助并跟踪智能运维操作队,进行计划制定、任务分派、工单回馈;
- f) 其他: 24 小时接受用户技术沟通,接收并汇总用户反馈。

5.3.1.2 扩展功能监测的线上运维内容

扩展功能监测的线上运维内容,除应具备基本监测线上运维内容外,还应具备以下运维内容:

- a) 设备监测：线上运维应提供设备状态实时监测，及时对设备缺陷、履历进行跟踪；
- b) 联动监测：具备联动功能的，在联动事件发生时，应提供联动前后的状态以及联动前后的变化数据，且应至少每天统计联动次数、频率；
- c) 能效监测：系统具备能效功能的，应监测实时的电能消耗变化，对于消耗变动较大的，应能提供预警信息；月度报表中至少应能体现电能消耗的峰平谷构成及同比环比变化信息；
- d) 温度监测：具备温度监测的，应实时监测电缆头等温度变化并提供预警及报警信息；
- e) 综合分析：应能根据基础电量信息、温度等非电量信息、设备状态信息以及环境监测信息，提供设备及配电室的运行状态评估；并结合能效监测数据，对配电室能效做出整体运行评估。

5.3.2 线下运维

5.3.2.1 基本功能监测的线下运维内容

基本功能监测的线下运维内容，除应符合DB11/T 527的规定外，还应包含不限于以下内容：

- a) 日常巡视检查：应根据电气运行环境、电气设备运行工况、负载等具体情况安排巡视检查，且应将巡视记录、内容、结果及时上报智能运维中心及配电室相关负责人，下列项目应列入日常巡视检查内容：
 - 1) 整体运行情况检查：确认设备工作状态正常、电气运行环境正常、观察面板仪表及信号信息正常、无异常声响、无异常气味、操作电源无异常等；
 - 2) 设备外观检查：确认连接点无过热无变色、绝缘无裂纹和明显老化、运行温度无异常、无闪络放电痕迹、操作机构无异常等；
 - 3) 监控系统UPS运行情况；
 - 4) 出现以下情况应增加巡视次数：
 - 新装或长期停用设备、大修后设备、事故处理后的设备；
 - 发现运行参数异常等可疑现象或已有缺陷的设备；
 - 重要节日、时段及重大活动等情况下。
- b) 专业带电巡检：应对无人值班配电室定期开展包括但不限于红外热成像等的专业带电巡检，专业带电巡检应形成报告，且应将巡视记录、内容、结果及时上报智能运维中心及配电室相关负责人，下列内容应列入专业带电巡检检查内容：
 - 1) 各主要电气连接部位及变压器的温度热成像图谱；
 - 2) 变压器及高压柜的超声波和地电压局放检测；
 - 3) 包括噪音、气味在内的日常巡视内容；
 - 4) 出现以下情况应增加专业带电巡检频次：
 - 发现运行参数异常等可疑现象或已有缺陷的设备；
 - 重要节日、时段及重大活动等情况下；
 - 遇恶劣天气、用电高峰等情况下。
- c) 安全管理检查：应对配电室的安全管理、应急预案等制度及公示情况进行定期检查；
- d) 试验检修：应根据配电设备参数和实际运行状态适当调整设备的清扫和检修周期，但周期不应低于每六年一次，监控系统UPS的检修试验应至少每半年进行一次；
- e) 缺陷处理：对巡视检查、试验、校验和清扫检查等发现的设备隐患，应评估隐患的危害程度，针对隐患制定措施限期进行处理；
- f) 应急管理：应根据用户的用电性质和实际情况制定应急预案，成立应急小组，开展应急抢修工作；且至少每半年进行一次应急演练。

5.3.2.2 扩展功能监测的线下运维内容

扩展功能监测的线下运维内容，应在基本功能监测的线下运维内容基础上依据配置的扩展功能对线下运维内容进行调整，调整范围包括但不限于以下内容：

- a) 日常巡视检查：应在基本监测的日常巡视检查内容基础上增加以下巡视检查内容：
 - 1) 扩展功能监测所使用的传感器及联动设备，
 - 2) 扩展功能监测所使用的传感器及联动设备所使用的通讯设备、电源设备；
- b) 可根据配电室智能化程度，适当调整日常巡视检查内容及频次，但存在应增加巡视次数情况时，巡视频次严禁减少，巡视周期应满足DB11/T 527的要求；
- c) 专业带电巡检：具备在线式红外热成像、局放监测的可在基本监测的专业带电巡检内容及频次上适当调减，但存在应增加专业带电巡检频次情况时，严禁减少频次及内容。

5.4 运维流程和要求

5.4.1 正常状态运维流程

正常状态下，智能运维应参考以下流程：

- a) 智能运维中心进行视频及数据浏览，关注数据变化情况；
- b) 当有数据异常变化时，应分析其发展态势，并在工作交接中予以明确提醒；必要时应通知智能运维操作队进行现场查看分析；
- c) 智能运维操作队按计划进行日常巡视及带电巡检工作，并将巡视巡检工作结果汇报智能运维中心；
- d) 对于巡视巡检中发现的运行异常现象汇报给智能运维中心，并协助进行分析；
- e) 对高压电力用户配电室设备的运行管理数据进行综合分析，并结合智能运维操作队的现场记录表，出具月度、季度、年度高压电力用户配电室运行报告，报告至少应包含以下内容：
 - 1) 负荷情况分析；
 - 2) 电量统计分析；
 - 3) 预警信息分析；
 - 4) 故障统计分析；
 - 5) 巡检记录及分析；
 - 6) 安全运行合理化建议。

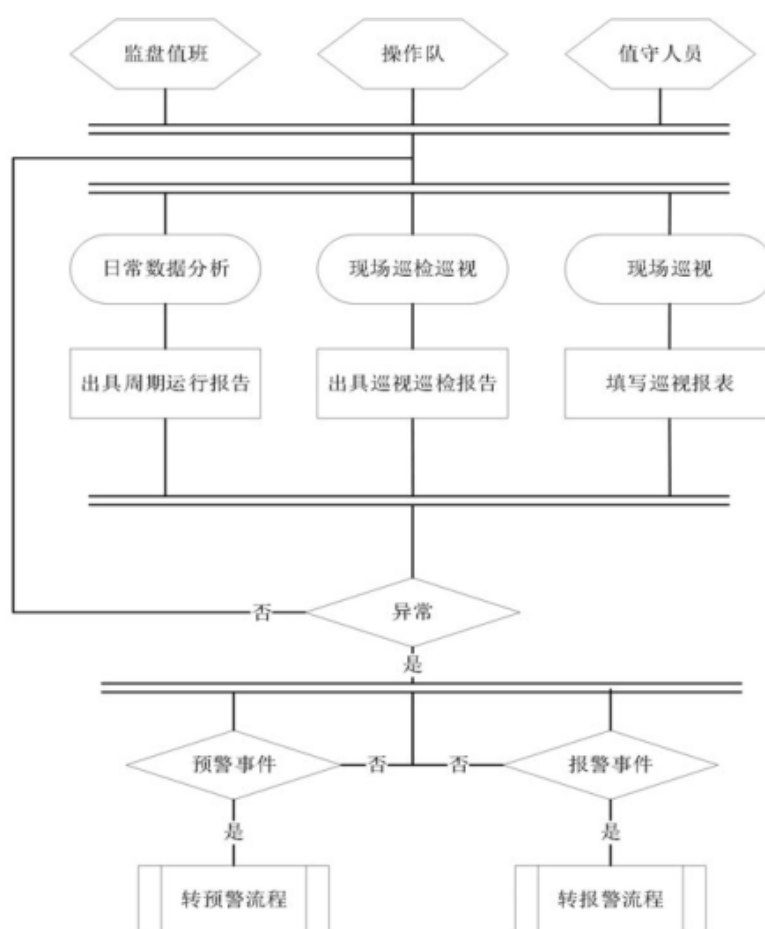


图2 正常状态下的运维流程图

5.4.2 预警状态下运维流程

预警状态下，智能运维应参考以下流程：

- 当预警发生时，智能运维中心及时查看预警详细信息，列入缺陷记录；同时查看历史数据，进行综合分析，通知智能运维操作队现场消缺或配电室相关值守人员前往现场核实；
- 当预警信息发生的频次较高或者发展趋势向恶时，应通知配电室负责人运行的隐患，并通知智能运维操作队前往进行消缺作业；
- 由于现场运行条件限制，不能立即进行消缺的，应加强数据及视频监控，调整智能运维操作队巡视巡检计划，必要时通知智能运维操作队和配电室相关值守人员留守；
- 由于现场运行条件改变，预警消失的，智能运维中心应记录原因，并主动消除缺陷；
- 智能运维操作队现场消缺完成的，应填报消缺记录，形成报告反馈智能运维中心及配电室负责人。

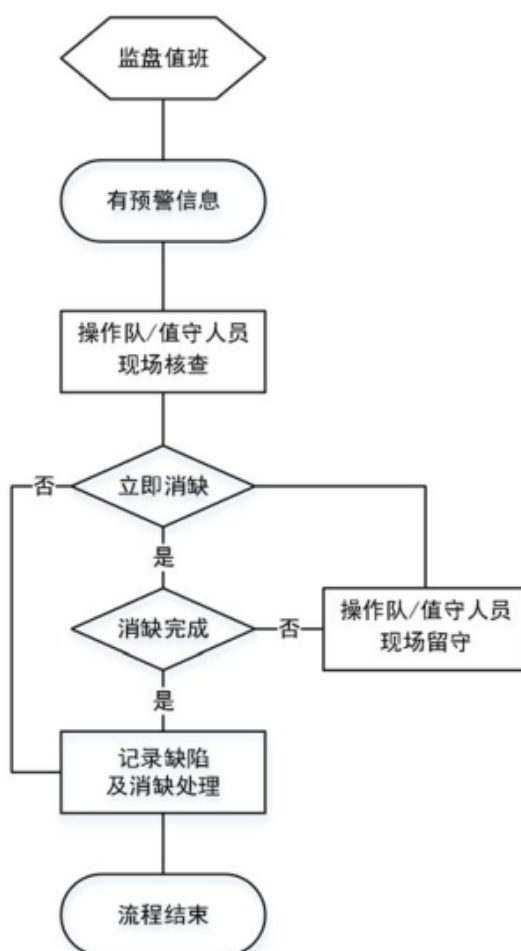


图3 预警状态下的运维流程图

5.4.3 报警及故障抢修运维流程

报警状态下，智能运维应参考以下流程：

- 当故障报警发生时，智能运维系统应第一时间发出短信及网页报警，网页报警应采用比较醒目的声光形式；报警内容应包含故障发生时间与初判位置；
- 故障报警发生时，智能运维中心应立即组织故障分析和研判，并第一时间与配电室相关值守人员进行确认沟通故障前后的运行数据、视频变化情况；
- 故障报警发生时，智能运维中心应立即与智能运维操作队、配电室相关值守人员建立沟通，了解故障信息及调度安排；
- 智能运维中心协调并通知智能运维操作队立即赶往现场，并与智能运维操作队、配电室相关值守人员进一步沟通故障前后视频及数据变化、故障研判情况，提出初步解决思路；
- 智能运维中心根据故障分析情况以及与智能运维操作队、配电室相关值守人员反馈信息进行综合判断，立即协调物料、工具、人员等工作；
- 智能运维操作队以及配电室相关值守人员到达现场后，根据现场实际状态，做出实际处置方案，并及时反馈智能运维中心；智能运维中心应在人员到达后跟踪监督全过程；
- 现场故障不能立即消除的，应建立应急恢复供电措施；由于故障造成全部监控或重要监控缺失的，智能运维操作队应与配电室相关值守人员协助留守，直至故障解决或监控恢复；
- 智能运维操作队处理完毕后，应形成报告反馈智能运维中心及配电室负责人；

i) 故障处置过程应按照规定使用工作票、操作票。

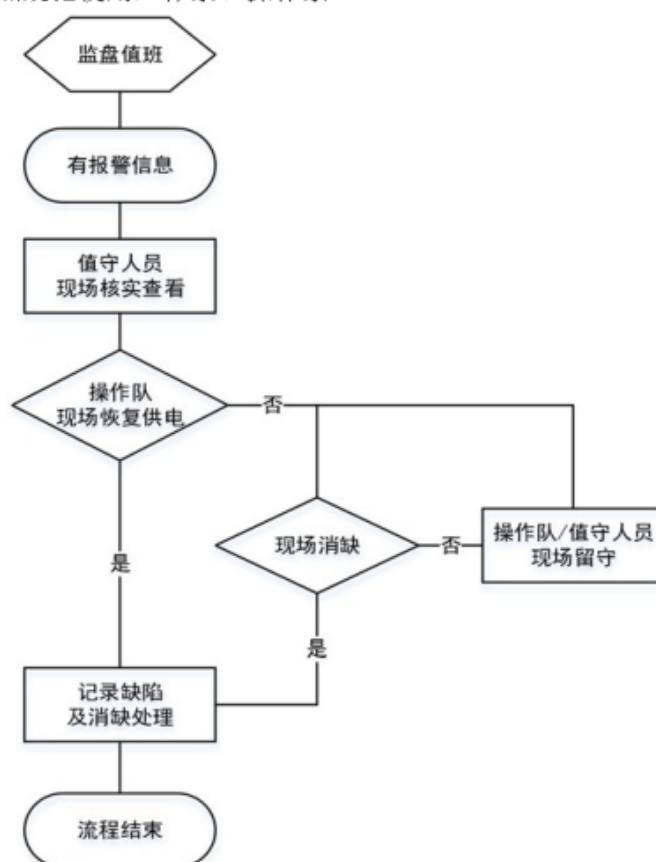


图4 报警及故障抢修状态下的运维流程图

5.5 人员要求

5.5.1 人员资质要求

配电室智能运维人员资质证书要求如下：

- 智能运维中心值班人员应取得合格有效的相关岗位资格证书，资格证书原件由人员上岗时随身携带或由单位统一进行管理；
- 智能运维操作队人员应取得合格有效的电工作业操作资格证书，资格证书原件由人员上岗时随身携带或由单位统一进行管理；
- 高压电力用户设置的配电室值守人员应取得合格有效的电工作业操作资格证书，资格证书原件由人员上岗时随身携带或由单位统一进行管理；
- 管辖配电室参与供电部门调度管理的，智能运维中心值班人员还应取得供电部门调度操作相关资格证书并在供电部门备案。

5.5.2 技术能力要求

配电室智能运维人员技术能力要求如下：

- 智能运维单位应组织智能运维系统使用技术考核，智能运维中心人员应通过考核后方可上岗，且应熟练掌握电脑及日常办公软件的使用操作方法；
- 智能运维单位应至少每6个月组织1次安全技术考核，智能运维中心人员以及智能运维操作队人员应通过考核后方可上岗；

- c) 智能运维操作队人员、配电室值守人员应掌握与其工种、岗位有关的电气设备的性能及操作方法，熟悉各种消防设备的性能、布置、适用范围和使用方法，熟悉应急预案内容和处置流程，掌握触电急救和心肺复苏方法；
- d) 智能运维人员应掌握必要的电气安全知识和技能，具备良好的电气安全意识。

5.5.3 人员配置要求

配电室采用智能运维模式的人员配置要求如下：

- a) 智能运维中心应安排全天24小时专人值班，每班值班人员不少于2人，且应明确其中1人为值长；并按所管理的配电室数量、设备规模和用电负荷的级别等配置智能运维操作队的人员；
- b) “智能运维中心”和“智能运维操作队”为同一班组的，班组成员不得低于8人；
- c) 智能运维操作队进入配电室进行作业时，应至少2人，且应明确其中1人为负责人；
- d) 高压电力用户应依据自身运行需要，可设置少量电工作为配电室值守人员，负责与智能运维中心及智能运维操作队人员进行技术联络、应急处理协助、现场巡视及运行检查等工作；
- e) 高压电力用户仅委托第三方进行线上运维的，配电室值守人员设置至少应能满足线下运维工作要求；
- f) 仅进行现场巡视的单一作业时，可单人作业，但应提前告知运维中心巡视的路线和区域并获得批准；电缆隧道、夜间或照明不足、事故等巡视工作应至少两人一组进行；
- g) 仅进行单一低压开关的分合闸作业时，可单人作业，但应提前告知智能运维中心并获得批准，进行操作前应与智能运维中心确认停送电作业回路和作业条件，在智能运维中心远程监督条件下进行，智能运维中心应做记录并保持与现场的沟通，禁止约时停送电，必要时应立即叫停作业。

5.6 系统维护

5.6.1 数据维护

智能运维中心应定期备份数据的信息，以保证能查看或恢复某一时间节点数据档案信息；重大更新调整时，应及时做好数据备份。

当高压电力用户配电室的配电设备变更后，应及时采取必要的措施，确保智能运维系统相关信息与实际设备状态一致，并及时修订数据库的记录，与智能运维系统、运行资料等保持一致。

5.6.3 软件版本维护

智能运维中心应实施系统版本的统一管理，系统版本应有相应的标识，包括版本号、校验码及生成时间、简要清晰的功能说明及使用说明等，现场运行的智能运维系统版本应与版本库中保持一致。

智能运维系统升级时，智能运维中心应配合系统建设方做好系统升级工作，并做好升级后的维护工作。

5.6.4 系统巡检

应对智能运维系统定期进行巡检，确保系统功能运行正常，巡检应包括以下内容：

- a) 服务器磁盘空间使用情况；
- b) 服务器系统内存使用情况；
- c) 通讯网络带宽负载情况；
- d) 服务器系统运行日志分析。

5.6.5 装置和设备维护

智能运维系统现场检测装置和设备的维护应按 GB/T 31960.7 的要求执行。

附 录 A

(资料性)

数据采集点的设置和数据采集量汇总表

表 A.1 给出了智能运维系统数据采集点的设置和数据采集量的汇总信息。

表A.1 数据采集点的设置和数据采集量汇总表

项目	回路类别	基本功能数据采集		扩展功能数据采集	
		模拟量（遥测）	开关量（遥信）	模拟量（遥测）	开关量（遥信）
高压回路	进线回路	电压（注 1）、电流、有功功率、无功功率	开关位置、开关事故动作	视在功率、功率因数、功率方向、有功电量、无功电量、电网频率、最大需量、电流/电压的 2-31 次谐波，温度	
	馈线回路	电流	开关位置、开关事故动作	电压、有功功率、无功功率、视在功率、功率因数、功率方向、有功电量、无功电量、最大需量、电流/电压的 2-31 次谐波，温度	
	联络回路	电流	开关位置、开关事故动作	电压、有功功率、无功功率、视在功率、功率因数、功率方向、有功电量、无功电量，温度	
低压回路	进线回路	电压、电流、有功功率、无功功率、视在功率、有功电量、无功电量、功率因数	开关位置、开关事故动作（注 1）	功率方向、电网频率、最大需量、电流/电压的 2-31 次谐波，温度	
	联络回路		开关位置、开关事故动作（注 1）	电压、电流、有功功率、无功功率、视在功率、功率因数、功率方向、有功电量、无功电量、电网频率、最大需量、电流/电压的 2-31 次谐波，温度	
	无功自动补偿回路	电流、无功功率、视在功率		温度	
	重要负荷馈线回路	电流	开关位置（注 2）、开关事故动作（注 1）	电压、有功功率、无功功率、视在功率、功率因数、功率方向、有功电量、无功电量、电网频率、最大需量、电流/电压的 2-31 次谐波，温度	

	一般负荷 馈线回路		开关位置 (注 2)	电压、电流、有功功率、无功功率、视在功率、功率因数、功率方向、有功电度、无功电度、电网频率、最大需量、电流/电压的 2-31 次谐波, 温度	
变压器	干式变压器	低压侧电压、低压侧电流、绕组温度	高温报警、超温跳闸	噪音	风机启停信息、传感器故障信息
	油浸变压器	低压侧电压、低压侧电流	轻瓦斯报警(注 1)、重瓦斯跳闸(注 1)	噪音、油温(注 1)	
直流站用电源		交流充电电压、交流充电电流、直流母线电压	直流母线绝缘异常报警	单体电池电压、温度	
UPS 不间断电源				UPS 输入、输出电压, 负载情况, 电池容量	UPS 的状态变化和故障警报
环境	高压室	环境温度、环境湿度	水浸报警、烟感报警(注 1)	气体监测	
	低压室	环境温度、环境湿度	水浸报警、烟感报警(注 1)	气体监测	
	电容器室	环境温度、环境湿度	水浸报警、烟感报警(注 1)	气体监测	
	变压器室	环境温度、环境湿度	水浸报警、烟感报警(注 1)	气体监测	
	直流屏室	环境温度、环境湿度	水浸报警、烟感报警(注 1)	气体监测	
视频		配电室所有设备运行区域			
门禁					配电室所有进出门
注 1: 当现场设备的技术条件允许时。					
注 2: 当断路器无可采集的开关位置信息时, 可直接对断路器负荷侧带电状态进行监测。					

参 考 文 献

- [1] GB/T 31960-2015 《电力能效监测系统技术规范》
 - [2] GB/T 31991-2015 《电能服务管理平台技术规范》
 - [3] GB/T 32893-2016 《10kV 及以上电力用户变电站运行管理规范》
 - [4] GB 50198-2011 《民用闭路监视电室系统工程技术规范》
 - [5] GB/T 19582-2008 《基于 Modbus 协议的工业自动化规范》
 - [6] DL/T 1199-2013 《电测技术监督规程》
 - [7] DL/T 969 变电站运行导则
 - [8] 国家电网生[2006]512 号《变电站管理规范》
 - [9] 国网（运检/4）306-2014《国家电网公司配网运维管理规定》
 - [10] 国家电网安质[2014]265 号《国家电网公司电力安全工作规程（配电部分）》
-