

国际标准 ISO/IEC 30144: 2020 在智能变电站辅助监测中的应用研究

吴明娟^{1,2}, 陈书义¹, 刘海涛¹

(1. 无锡物联网产业研究院, 江苏 无锡 214125; 无锡感知金服物联网科技有限公司上海分公司, 上海 201105)

摘要: 物联网和无线传感器网络(简称“传感网”)技术已逐步应用在变电站监测中, 作为变电站自动化重要手段之一。国际标准 ISO/IEC 30144: 2020 给出了支撑变电站的无线传感网系统架构和通信架构以及系统要求。为了推进标准化的物联网智能变电站系统, 针对该国际标准背景及主要内容进行阐述, 并以此为参考, 给出了在智能变电站中的传感器节点类型、网络通信接口及支撑变电站的传感网监测平台的示例, 为该国际标准指导变电站应用实施提供实例化方法, 有利于实现标准化、精细化和无人化的变电站监管。

关键词: 物联网; 智能变电站; 国际标准

中图分类号: TN915.853

文献标志码: A

doi: 10.11959/j.issn.2096-3750.2022.00254

Study of international standard ISO/IEC 30144: 2020 applied in intelligent substation auxiliary monitoring

WU Mingjuan^{1,2}, CHEN Shuyi¹, LIU Haitao¹

1. Wuxi Sensing Net Industrialization Research Institute, Wuxi 214125, China

2. Shanghai Branch of Wuxi Sensing Financial Service Internet of Things Technology Co., Ltd., Shanghai 201105, China

Abstract: Internet of things and wireless sensor network technology has been gradually applied in substation monitoring, as one of the important means of substation automation. The international standard ISO/IEC 30144: 2020 put forward the system architecture, communication architecture and system requirements for wireless sensor network supporting substation. In order to promote the standardized IoT-based smart substation application, taking the standard as a reference, the background and main contents of the international standard were expound, and examples of sensor node types, network communication interfaces and sensor network monitoring platform supporting the substation in the smart substation were given, so as to provide an instantiation method for the application and implementation of the international standard, which is conducive to the realization of standardized, refined and unmanned substation supervision.

Key words: internet of things, intelligent substation, international standard

0 引言

国家电网公司企业标准 Q/GDW 383-2009《智能变电站技术导则》将智能变电站定义为: 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^[1]。变电站经历了数字化和智能化两个阶段^[2]。

在传统的变电站辅助监测中, 主要运用设备

收稿日期: 2021-04-06; 修回日期: 2021-12-29

通信作者: 吴明娟, 40727329@qq.com

基金项目: 国家重点研发计划 (No.2018YFB2100200)

Foundation Item: The National Key Research and Development Program of China (No.2018YFB2100200)

自动化和机器人巡检等方式,但是感知体系不完善、网络传输及数据标准不统一、业务融合度不统一,带来设备监测和管理不能真正达到智能化和信息化的问题。随着物联网和传感网技术逐步成熟和通信基础设施完善,这些技术也逐渐应用在智能变电站中,物联网具有采集信息种类多、网络部署灵活、覆盖范围广、维护成本低等特点。它全面采集变电站相关的电力设备、环境和安防等信息,并通过无线传输通道将这些信息上传至监控平台并可集成在智能变电站中,同时实现监测信息之间的协同融合处理和分析,提升智能变电站的监管和辅助决策等能力。

2020年,我国牵头制定的国际标准 ISO/IEC 30144: 2020《物联网-支撑变电站的无线传感器网络系统》^[3]发布,该标准从智能变电站实际应用物联网的场景需求出发,基于物联网和传感网通用参考架构,设计适用于变电站中的无线传感网架构和技术要求,标准对于指导无线传感器网络在变电站中应用具有重要意义。本文将简要论述智能变电站及物联网应用研究,调研智能变电站相关国家标准,再结合国际标准 ISO/IEC 30144: 2020 的主要内容,分析物联网及无线传感网技术在智能变电站中应用实例化方法和效果,为国际标准落地实施提供科学指导。

1 相关研究

1.1 智能变电站相关研究论文

我国针对智能变电站研究较早,文献[4]提出我国在智能变电站发展面临的问题,包括电子式互感器的稳定性和可靠性、高压设备的运行维护及 IEC 61850 系列标准制定主要由国外引领等。随着物联网技术的发展及其在电力行业中的普及,通过在电力设备上安装传感器节点对设备参数进行监测,如电流互感器泄漏电流、高压电气设备的接头和套管等工作温度,实现变电站设备状态实时监测和诊断。

将物联网应用在输变电设备监控中^[5-10],文献[5]实现对变电站设备的电气、机械、运行信息的实时监测、诊断和辅助决策。其中也给出了一种基于无线传感器网络的智能变电站设备监测网络,采用簇状网络拓扑结构和 ZigBee 协议,并展示了引入物联网后变电站的全景信息模型。文献[6]按照层级结构给出了输变电设备物联网系统架构,利用多种

无线传感器和有线传感器实现变电站信息在线采集和监控。文献[7]提出针对变电站泛在电力物联网的概念和体系架构及技术,综合考虑设备级、站域级和巡检机器人等多种类的感知终端。文献[8]设计了一种基于物联网架构,对局部放电、环境感知等信息进行采集,采用 NB-IoT 窄带无线通信协议和 RS485 等,利用综合边缘网关和云平台实现对 10 kV 箱式变电站智能运维和在线监控系统实施。文献[9]利用智能视觉物联网的变电站红外在线监测系统,利用红外热像仪和可见光摄像机等形成红外和热图像数据,采用无线组网技术实现远程监控,及时发现设备发热异常并报警,文献[10]分析当前物联网在智能变电站中的应用及未来展望。

在变电站监控的通信及信息模型中,主要围绕 IEC 61850 标准。文献[11]将 IEC 61850 标准应用在智能化变电站工程中,在主站系统中部署在线数据存储、查询、分析告警和管理、状态检修和辅助决策等应用。文献[12]分析 IEC 61850 Ed2.0 标准配置过程的改进及工程化应用。

变电站的二次设备监测和运维也是当前研究热点。二次设备通过其自身集成的自检和通信功能可以完成状态监测,包括继电保护装置的电流电压、测控装置、通信设备的网络运行状态、设备温度等,文献[13]研究智能变电站二次设备状态监测的网络结构、设备信息建模和状态监测数据分析。文献[14]采用站域、区域两层平台和三级应用部署方案,实现远程监视、远程故障处理和智能诊断的变电站远程运维平台。

1.2 智能变电站相关标准

IEC 61850 标准成为指导数字化变电站和智能变电站的基础,文献[2]研究智能变电站自动化的国际 IEC 标准体系,并对核心标准 IEC 61850、IEC 60255 和 IEC 61869 进行详细介绍。文献[15]对国家电网公司制定的企业标准 Q/GDW10678-2018《智能变电站一体化监控系统建设技术规范》和 Q/GDW678-2011《智能变电站一体化监控系统功能规范》进行解读,涉及智能变电站一体化监控系统的系统范畴、系统结构和功能架构,并讨论系统的网络结构和功能配置方案等。

国际标准 ISO/IEC 30144: 2020 从物联网角度给出变电站应用场景的架构和技术要求,该标准以国际标准 ISO/IEC 30141: 2018《物联网参考体系结构》为依据,结合智能电网中变电站的应用场景

并细化需求，给出支撑变电站的无线传感网/物联网系统架构，包括变电站中物联网系统的主要功能域、实体及接口，并结合当前技术应用最佳实践，给出通信系统架构和接口分类，便于实现不同系统之间互操作和信息共享。为了实现子系统及实体技术要求统一，规定了设备级、网关级和平台级的功能要求和性能要求。与 IEC 61850 标准内容不同，ISO/IEC 30144: 2020 标准是传感网/物联网的系统级标准，用于传感网/物联网系统设计和应用，它不规定电力设备相关的协议格式、信息模型和配置方式等，可与 IEC 61850 标准结合起来使用。

ISO/IEC 30144: 2020 标准于 2020 年 10 月发布，其内容符合智能变电站一体化监控系统体系逻辑关系和监控系统架构，该标准大大提升了对变电站中设备、运行环境、安防等综合监测和预警的能力。

2 国际标准 ISO/IEC 30144: 2020 内容概要

国际标准 ISO/IEC 30144: 2020 从系统和通信基础设施的角度给出了智能无线传感器网络系统结构，并规定了智能无线传感器网络的技术要求，适用于支撑变电站的无线传感器网络系统设计、开发和应用。该标准有利于提高变电站全方位智能化监测能力与水平，提升变电站组件及服务的效率、可靠性、安全性，推动传感网系统在变电站的规范应用，提升变电站智能化和自动化水平，促进物联网与电力行业的深度融合。

2.1 系统结构

支撑变电站的智能无线传感器网络（iWSN, intelligent wireless sensor network）由传感器节点、测量仪表、摄像机、网关、通信网络和传感器网络控制子系统（CSSN, control subsystem for sensor network）组成。iWSN 系统从电气设备和变电站周围环境收集数据，以无线通信方式传输数据，并对数据进行处理、融合和分析，以便实时、有效地监控变电站。iWSN 系统有助于变电站运行和管理自动化，通过向变电站提供 iWSN 获取的感知数据，从而为电力供应商提供更丰富的变电站全景图，并通过与数据采集与监视监控系统（SCADA, supervisory control and data acquisition）集成实现更智能的自动控制。

支撑变电站的 iWSN 系统架构如图 1 所示，该架构以变电站应用为背景，依据物联网参考架构标准和应用场景进行剪裁，将系统分为 4 个功能域，分别

是目标对象域、感知控制域、应用服务域和用户域。

目标对象域（PED, physical entity domain）主要由感知的物理对象和控制的物理对象组成，它们与物联网应用相关，且是用户感兴趣的物理对象。感知的物理对象是传感器节点从中获取信息的物理实体，而控制的物理对象是受执行器操作影响的物理实体。电气设备和变电站周围环境都处于该域中。

感知控制域（SCD, sensing and controlling domain）中，实体主要由传感器节点（可包含执行器）和物联网网关组成。传感器节点感知物理实体的属性，传感器节点获取物理实体属性的信息（如物理、化学、生物属性），而执行器改变物理实体的属性。传感器和执行器与物理实体进行独立或协作交互。物联网网关是连接 SCD 与其他域的设备。物联网网关提供协议转换、地址映射、数据处理、信息融合、认证、设备管理等功能。物联网网关既可以是独立设备又可以与其他传感和控制设备集成。SCD 可包含运行控制服务的本地控制系统用于本地管理。数据采集功能子系统（DAFS, data acquisition functional subsystem）处于 SCD 中。

应用服务域（ASD, application and service domain）子系统是为了向用户（人类用户或数字用户）提供物联网系统功能的核心功能、服务和应用。ASD 子系统将主要提供基本服务，包括数据访问、数据处理、数据融合、数据存储、身份解析、地理信息服务和用户管理、库存管理等计算服务。ASD 子系统还将承载基于通用服务构建的业务服务和应用程序。传感器网络控制子系统（CSSN, control subsystem for sensor network）包含在 ASD 中。

用户域（UD, user domain）的实体使用物联网各类服务，一般包含人类用户和数字用户。数字用户是指一种设备，它通过网络接口或应用程序接口与物联网系统中的其他实体交互。人类用户使用包含人机界面的用户设备进行交互。根据用户角色及需求的不同，对系统的不同方面进行观察或控制。UD 中包括变电站管理者及操作等用户。

在图 1 中，变电站控制平台（SCP, substation control platform）包含两个子系统 CSSN 和变电站控制子系统（CSPS, control subsystem for power substation）。这些子系统应与 DAFS 互连，DAFS 包含为变电站部署的传感器节点、执行器和网关。

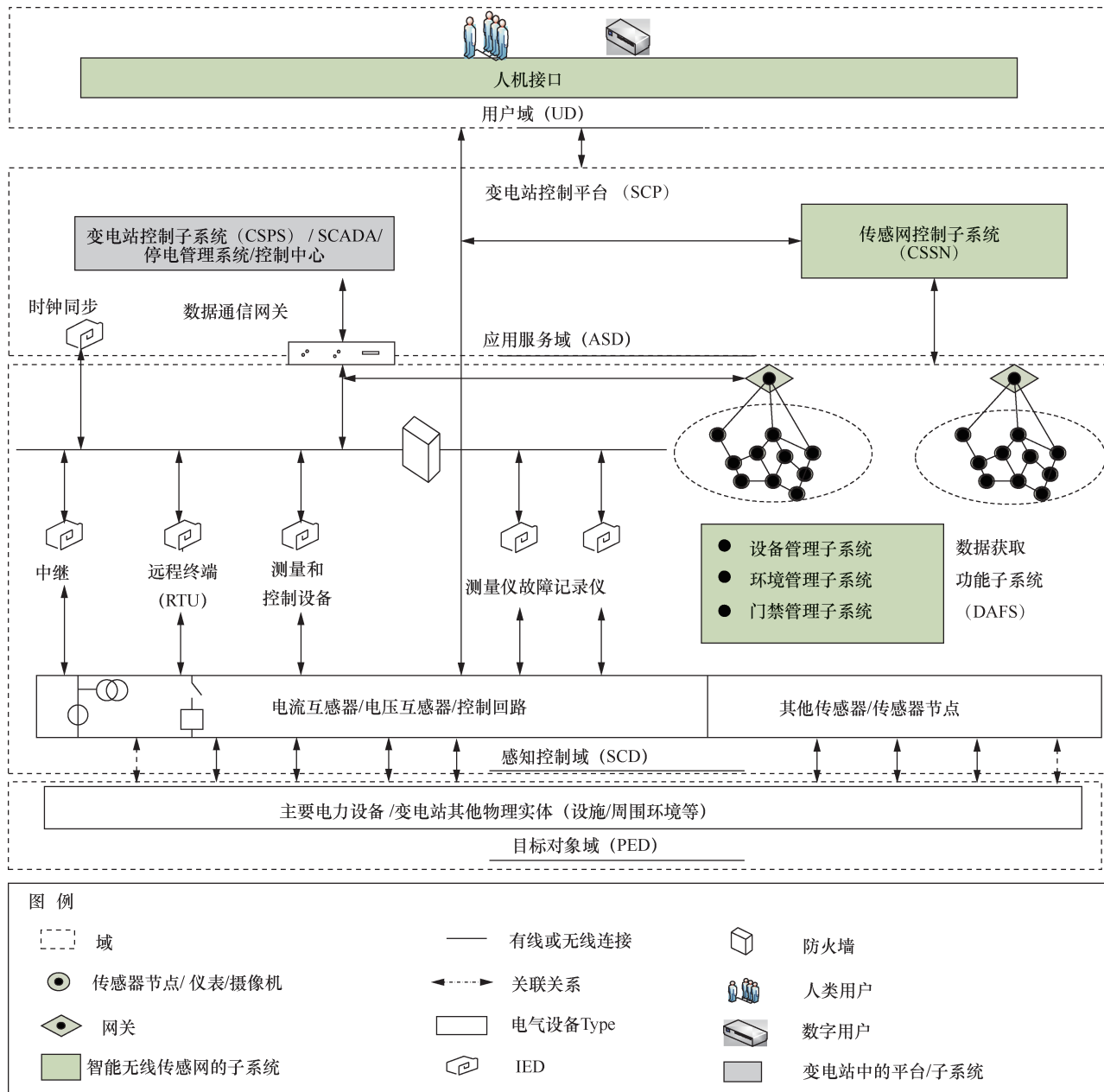


图1 支撑变电站的 iWSN 系统架构

此处 CSPS 可与变电站站控层对应。

现有变电站系统通常由变电站控制平台关联的电气设备、智能电子设备 (IED, intelligent electronic device) 和 CSPS 组成。变电站内的电气设备主要包括一次电气设备、电流互感器/电压互感器 (CT/VT, current transformer/voltage transformer)、控制回路, 以及其他传感器, 包括但不限于绝缘、位移、温度、压力和湿度。IED 包括继电器、远程终端装置 (RTU, remote terminal unit)、测量和控制装置、计量设备、故障记录器、工作站和通信网关, 这些装置通过变电站中的电缆或光纤连接。一个典

型的基于标准 IEC 61850 的数字化变电站由过程总线和站点网络组成, 利用采样测量值 (SV, sample value)、通用面向对象变电站事件 (GOOSE, generic object oriented substation event) 和制造报文规范 (MMS, manufacture message service) 进行信息交换。变电站站控层的控制平台能够对变电站内的电气设备进行控制、保护和监控。为了信息安全, 在变电站内设置了防火墙。

iWSN 系统提供固有和附加测量的测量信息, ISO/IEC 30144 未改变现有变电站系统结构, iWSN 和现有变电站系统之间的关联和连接关系如图 1

所示。DAFS 和变电站中传感器信息之间的本地通信连接表明，传感器信息可在感知控制域内本地共享，或通过应用服务域内的传感器网络控制子系统共享。iWSN 系统的优势在于其在变电站部署传感器节点的多样性和灵活性，能从设备和变电站环境中测量多种参数，如设备或其部件温度、SF₆泄漏、局部放电、湿度、温度、风、浸水和火灾。

2.2 通信架构

通信架构是从通信视角给出智能无线传感器网络参考结构，通信架构对于变电站传感器网络的部署至关重要。它为建立无线连接的变电站传感器网络提供了指导。支撑变电站的 iWSN 通信架构如图 2 所示。

通信架构由具有通信单元的物理实体和物理实体之间的通信接口描述，如图 2 所示。对于支撑变电站的 iWSN 系统，物理实体包括但不限于用于综合功能的传感器、执行器、网关和服务器。通信接口包括通信链路和通信协议，以实现数据的传输和接收。

IEC 61850 语义数据模型定义传感器节点信息模型，传感器节点数据模型的使用参考 IEC 61850-7-4 和 IEC TR 61850-90-3。

2.3 系统要求

ISO/IEC 30144: 2020 给出了支撑变电站的无线传感网系统的技术要求，包括系统的功能要求和性能要求。功能要求包括信息获取和收集、设备管理、数据分析、数据展示、告警和响应、网络通信、系统权限管理、协同信息处理和决策支持等。性能要求主要给出了传感器节点、网关和平台 3 个组件的要求，支撑变电站的无线传感器网络性能要求见表 1。

3 智能变电站系统中无线传感器网络技术及应用

3.1 智能变电站中物联网关键技术

智能变电站中的物联网关键技术包括感知设备层、网络传输层、平台应用层^[15]。其中感知设备层关键技术包括各类感知设备和边缘计算设备的数据采集和数据融合等技术，网络传输层技术包括数据可靠传输、终端身份认证、数据可信等技术，平台应用层技术包括设备状态实时感知、设备巡检、故障诊断和操作联动等。

物联网的关键技术及解决方案研究非常广

泛，为了推动物联网标准在变电站中应用，本文以 ISO/IEC 30144: 2020 的系统架构和通信架构为参照，结合辅助监测应用需求，给出传感器网络标准应用实例。首先，针对智能变电站监测对象及监测参数需求部署传感器节点分类；其次，对采集传感器网络通信接口给出标准化接口方式；最后，分析传感网监测平台的监测子系统及综合数据监测、分析预警、应急处理等变电站高级服务。

3.2 监测传感器节点

变电站中应用智能无线传感器网络的监测对象和监测数据及传感器节点见表 2。

根据应用需求和场景不同，将应用在变电站 iWSN 系统的传感器节点分为两类。

3.2.1 安装在电力设备上的传感器节点

安装在电力设备上的传感器节点用于监测电气设备参数，作为设备状态监测和诊断的基础，监测范围涵盖变压器、开关、气体绝缘全封闭组合电器（GIS, gas insulated switchgear）等设备，监测参数包括电压、电流、放电、电气距离、避雷器泄漏电流、变压器铁芯泄漏电流、电流互感器泄漏电流等，每个传感器节点放置在设备上应不影响其操作和该设备的安全，应符合该设备安装和使用的相关标准，如高压开关设备监测传感器应参考 IEC 62271 系列标准，以了解适用于相关电力设备的操作和安全要求。本文列举几种常用的安装在电气设备上的典型传感器节点。

1) 监测 GIS 的传感器节点

GIS 是电力设备，用于在电力线路发生电气故障或维护时将电力设备与电力线路断开。GIS 上的传感器节点用于监测 GIS 中的 SF₆或其他绝缘气体混合物等绝缘介质。

2) 监测变压器的传感器节点

安装各种类型的传感器监测电力变压器的参数，包括红外温度传感器、冷却油质传感器、声学传感器来检测变压器的潜在损坏、绝缘在线监测（如油中的溶解气体和水分）、局部放电（PD, partial discharge）在线监测、绕组温度监测，以及固体绝缘、鼓泡温度、母线、冷却等辅助监测等。

3) 监测有载分接开关（OLTC, on load tap changer）的传感器节点

安装传感器监测 OLTC 的状态，如运行特性、运行计数、触点磨损、OLTC 的油温、滤油装置的运行等。

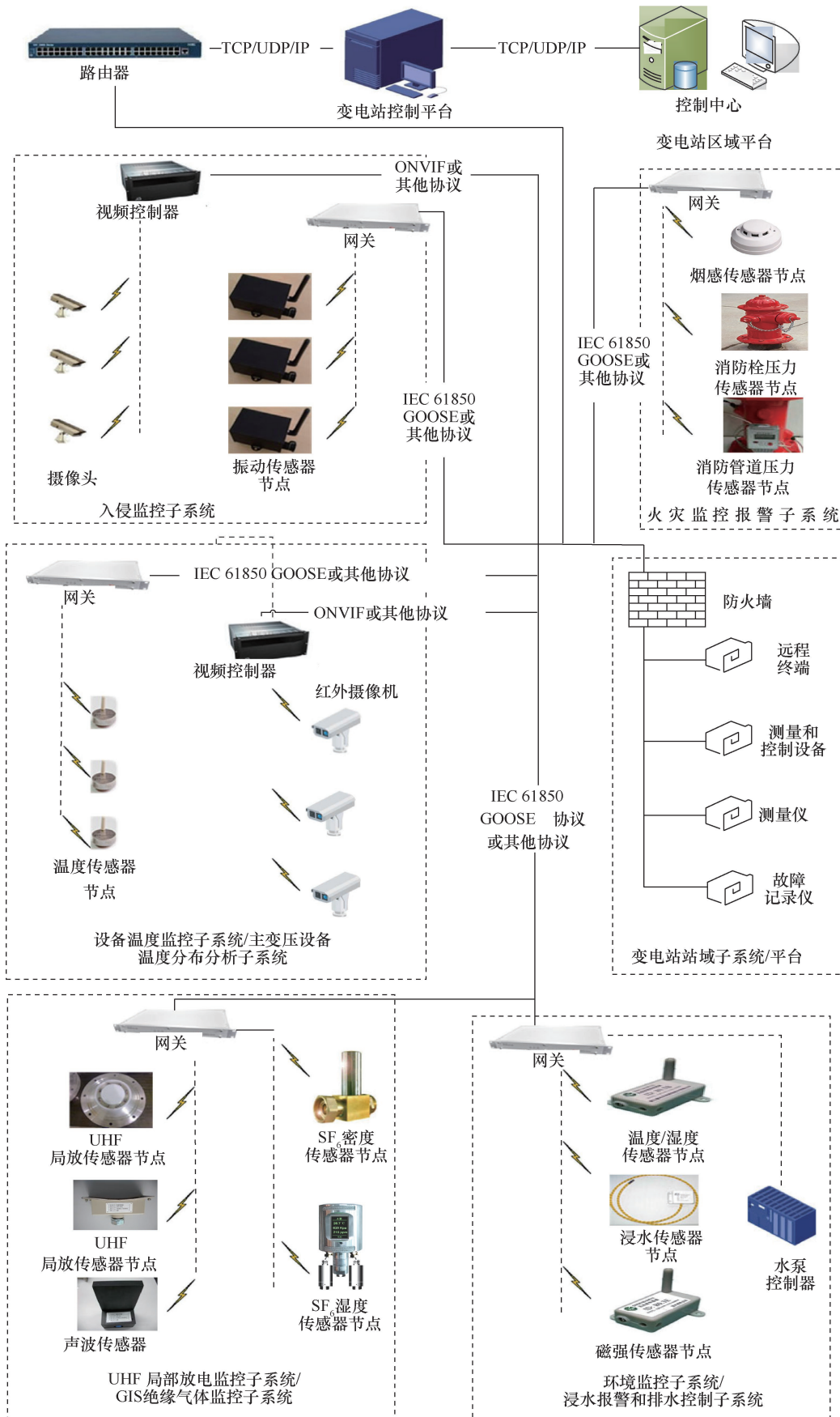


图2 支撑变电站的iWSN通信架构

表 1 支撑变电站的无线传感器网络性能要求

组件	性能要求
传感器节点	工作环境、外壳保护、工作模式和工作周期、数据精度等级、工作寿命、无线通信频率、可用性、电磁兼容性、数据通信时延等
网关	工作环境、外壳保护、时间同步、数据相关要求、电源、通信协议、可用性、工作寿命、电磁兼容性等
平台	硬件、软件、数据库、数据管理、数据存储、数据保护和备份、安全防护、可用性、时间同步精度

表 2 变电站中智能无线传感器网络的监测对象、监测参数和传感器节点

监测对象	监测参数	传感器节点
变压器	红外可视成像温度、油中溶解气体、局部放电、油温、噪声、油中微水	
断路器/GIS	局部放电、SF ₆ 气体密度、SF ₆ 气体泄露、断路器开断电流、接头温度、气体微水、气体温度	
避雷器	泄漏电流、局部放电、雷击次数	安装在电力设备及配套设备上的
高压母线	线路温度	的传感器节点
电缆	缆芯温度、局部放电	
开关柜	隔离开关触头温度	
环境	温度、湿度、气压、水浸、漏水	
安防	视频、红外、振动	安装在变电站周围厂区的传感
消防	烟感、水压	器节点
门禁	视频、红外、门磁	

3.2.2 安装在变电站周围厂区的传感器节点

安装在变电站周围厂区，特别是重要位置和围栏上用于监测环境、火灾和厂区安全的传感器节点，根据其特点分为以下几种类型。

1) 用于环境监测的传感器节点

传感器节点监测环境信息，如温度、湿度、大气压力和降雨量、加热、冷却、风速、风向、电磁场(EMF, electromagnetic field)和污染监测等。参考 IEC 61850-3 设置环境传感器数据在节点级或系统级提供警报和警告的阈值。

2) 用于火灾监控的传感器节点

传感器节点监控火灾、烟雾、消防管道压力、浸水、水位和排水等，并将数据发送至传感网监测平台或站控层，以便在检测到任何异常时发出警告和响应消息。

3) 用于监控机柜安全性的传感器节点

传感器节点通过机柜的视频、振动和红外等进行监控和预警。

3.3 传感器网络通信接口

传感器网络通信接口主要包括网关与传感网监测平台的北向接口、网关与传感器节点或对等网络的南向接口。

3.3.1 网关

网关连接传感器网络和传感网监测平台，实现两个主要功能。一是数据格式转换，将传感器节点接收

数据形成统一数据格式，数据格式转换对传感器进行统一描述的标准，如传感器上的可扩展标记语言(XML, extensible markup language)或利用其他现有标准，如 IEC TR 61850-90-2；二是通信协议转换，将物联网基础设施支持的通信协议转换成变电站通信网络协议，如 NB-IoT、5G、LoRaWAN 等，网关还可以与服务器、网络或 Web 服务提供商集成。

在安全方面，网关还要考虑信息安全和网络安全，如设备访问认证和网络安全协议；使用加密技术确保传感器节点和网关之间传输信息的完整性、机密性和不可否认性。

3.3.2 通信接口

传感器网络中的通信接口分为以下 3 种，分别表示为接口 1、接口 2 和接口 3。功能子系统内传感器节点接口见表 3。

网关和传感器节点的通信协议（接口 1）采用无线通信协议包括 ZigBee、Bluetooth、WLAN、LoRaWAN、NB-IoT、5G 等。传感器网络摄像机和视频控制器的通信协议（接口 2）采用开放网络视频接口论坛（ONVIF, open network video interface forum）、物理安全互操作性联盟（PSIA, physical security interoperability alliance）等。网关和 CSSN 的通信协议（接口 3）可采用 IEC 61850 系列、IEC 61850-90-12 广域通信网、TCP/IP 和 UDP 等。

3.4 支撑变电站的传感网监测平台

传感网监测平台连接传感器前端数据采集系统, 并可与变电站站控系统集成。传感网监测平台实现如下典型服务功能。

① 从各个数据采集功能子系统收集数据, 如设备管理、环境管理和门禁管理子系统。

② 执行数据处理、分析和融合。实现全实时在线分析, 可利用包含数据库、服务器和应用程序的云计算平台的数据分析产生变电站监控质量、效率和可用性的信息。

③ 呈现来自 DAFS 的信息。引入反映设备状态的关键指标的模型, 形成实时状态监测及设备状态评估功能。

④ 为 iWSN 系统提供全面分析预警和控制功能。如监测设备的工作温度、环境的温度和湿度、SF₆ 泄漏、入侵检测和火灾检测, 提供纠正和及时控制, 保持变电站处于良好的运行状态。

⑤ 提供到变电站监控系统的连接。配合主站应用, 将关键特征点数据上送, 实现厂站面向具体技术过程分析和主站面向设备异常、缺陷与统计的

状态管理与检修指标功能。

传感网监测平台从如下典型子系统收集数据。

1) 设备管理子系统。该子系统采集设备的参数, 如变压器温度、绝缘气体 (如 SF₆)、局部放电、固体绝缘、开关柜温度及其他辅助参数。

① 变压器温度分布。采用红外热像仪监测主变压器的整体温度分布, 对主变压器的温度分布进行智能分析, 当温度超出正常范围时报警。

② 气体绝缘开关设备中的绝缘气体 (如 SF₆) 在线监测与控制。如采用双红外气体传感器检测绝缘气体泄漏, 如果检测到气体泄漏, 则发送报警及控制信号启动自动排风。

③ 设备温度监测。无线测温传感器节点实时监测高压电气设备的接头、套管、电容器单元等部分的工作温度, 并通过无线通信技术传输数据, 进行数据上报和分析。比较同一设备不同阶段的温差以及比较同类设备之间的温差, 并与环境温度进行比较, 实现设备运行温度的柔性管理以及实时报警。

④ 噪声和振动状态管理。采用噪声和振动状态测量的无线传感器节点, 实现设备的状态管理和测量。

表 3 传感器节点接口

监测子系统	实体 1	实体 2	接口
主变压器温度分布分析子系统	红外摄像机	视频控制器	接口 1
入侵监测子系统	摄像机	视频控制器	接口 1
	振动传感器	网关	接口 2
火灾监测报警子系统	烟感传感器		
	消防栓压力传感器 消防管道压力传感器	网关	接口 2
浸水报警及排水控制子系统	浸水传感器		
	水泵控制器	网关	接口 2
GIS 中的绝缘气体监测子系统	SF ₆ 密度传感器		
	SF ₆ 微水传感器	网关	接口 2
	超高频局部放电传感器 声传感器		
设备温度监测子系统	温度传感器	网关	接口 2
	红外摄像机	视频控制器	接口 1
环境监测子系统	温度/湿度传感器		
	浸水传感器 磁强计传感器	网关	接口 2

2) 环境管理子系统

采集环境中的温度、风、光照、浸水、火灾等信息。环境信息模型监测应用实例包括在线状态监测和环境监测, 在线状态监测参考标准为 IEC 61850-7-4 和 IEC TR 61850-90-3, 环境监测参考标准为 IEC TR 61850-90-6。

① 火灾监测报警。采集视频监控摄像机、红外热像仪、烟雾报警器的数据并融合, 实现高可靠性的火灾监测报警。

② 浸水报警及排水控制。在站区及电缆上设置浸水无线传感器节点, 检测漏水、浸水情况, 并通过无线通信技术传输数据, 进行数据上报和分析, 从而实现变电站的在线监测和自动排水控制。

③ 其他环境参数监测。利用温度、湿度等环境监测的无线传感器节点, 对变电所室内、接线盒等关键区域的环境进行监测, 并通过无线通信技术传输数据进行综合分析、判断和报警。通过臭氧测量传感器节点对室内臭氧进行检测。同时, 将环境信息与浸水信息、视频监控信息进行融合, 实现对变电站状态的高可信报警。

3) 门禁管理子系统

该子系统检测建筑物内的围墙、门禁、门窗及其他入口的入侵情况。如利用红外探测设备、摄像头等传感器节点、振动传感器等采集电子围栏、红外辐射、墙壁振动等信息, 将相关信息经过融合和分析, 在检测到入侵时发出警报和处理, 防止外部入侵。

上述管理子系统根据应用场景功能选取不同的传感器节点、通信协议接口和网关, 选取要求参考第3节。

4 结束语

本文以国际标准 ISO/IEC 30144: 2020 为指导, 将物联网和智能无线传感网技术应用在变电站中, 按照标准化系统架构及接口构建智能化无线传感网系统, 实时按需获取变电站全方位数据, 为电网提供更加全面的全景式数字展示, 传感网的传输和协同处理提升系统响应和处置能力, 未来将变电站 SCADA 系统与物联网信息进行深入集成和挖掘, 将进一步提升变电站的自动化和数字化水平。

参考文献:

- [1] 国家电网公司. 智能变电站技术导则: Q/GDW383-2009[S]. 2009.
- [2] 陈德辉, 须雷, 赵希才. 智能变电站自动化与保护核心 IEC 标准的进展与分析[J]. 电力系统自动化, 2019, 43(21): 229-239.
CHEN D H, XU L, ZHAO X C. Development and analysis of core IEC standards for smart substation automation and relay protection[J]. Automation of Electric Power Systems, 2019, 43(21): 229-239.
- [3] ISO/IEC. Internet of things – Wireless sensor network system supporting electrical power substation: ISO/IEC 30144:2020[S]. 2020.
- [4] 樊陈, 倪益民, 申洪, 等. 中欧智能变电站发展的对比分析[J]. 电力系统自动化, 2015, 39(16): 1-7, 15.
FAN C, NI Y M, SHEN H, et al. Comparative analysis on development of smart substations in China and Europe[J]. Automation of Electric Power Systems, 2015, 39(16): 1-7, 15.
- [5] 何杰. 输变电设备物联网关键技术研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2013.
HE J. Research on key technologies of Internet of power transmission and transformation equipments[D]. Changsha: Hunan University, 2013.
- [6] 张克宇, 王乾. 基于标准化物联网智能传感器的变电站状态感知系统[J]. 电子技术与软件工程, 2020(20): 225-226.
ZHANG K Y, WANG Q. Substation state sensing system based on standardized intelligent sensor of Internet of things[J]. Electronic Technology & Software Engineering, 2020(20): 225-226.
- [7] 张立静, 盛戈峰, 江秀臣. 泛在电力物联网在变电站的应用分析与研究展望[J]. 高压电器, 2020, 56(9): 1-10.
ZHANG L J, SHENG G H, JIANG X C. Application analysis and research prospects of ubiquitous power Internet of Things in substation[J]. High Voltage Apparatus, 2020, 56(9): 1-10.
- [8] 沈晓峰, 徐爱蓉, 曹基南, 等. 基于物联网架构的箱式变电站智能监测系统[J]. 电气技术, 2020, 21(9): 27-32.
SHEN X F, XU A R, CAO J N, et al. Intelligent monitoring system of box-type substation based on Internet of Things[J]. Electrical Engineering, 2020, 21(9): 27-32.
- [9] 漆灿, 李庆武, 郑云海, 等. 基于智能视觉物联网的变电站红外监测系统[J]. 电力系统保护与控制, 2018, 46(15): 135-141.
QI C, LI Q W, ZHENG Y H, et al. Infrared monitoring system for substation based on intelligent visual Internet of Things[J]. Power System Protection and Control, 2018, 46(15): 135-141.
- [10] 付玉川, 刘永胜. 泛在物联网在智能变电站中的应用与展望[J]. 工程技术研究, 2020, 5(22): 237-238.
FU Y C, LIU Y S. Application and prospect of ubiquitous internet of things in smart substation[J]. Engineering and Technological Research, 2020, 5(22): 237-238.
- [11] 叶刚进. IEC 61850 标准在智能化变电站工程化应用研究[D]. 北京: 华北电力大学, 2012.
YE G J. Research on IEC61850 Standard applied to smart substation[D]. Beijing: North China Electric Power University, 2012.
- [12] 李金, 胡荣, 王丽华, 等. 智能变电站 IEC 61850 Ed 2.0 工程配置应用方案[J]. 电力系统自动化, 2018, 42(2): 154-159.
LI J, HU R, WANG L H, et al. Engineering configuration scheme based on IEC 61850 ed 2.0 in smart substation[J]. Automation of Electric Power Systems, 2018, 42(2): 154-159.
- [13] 蔡骥然, 郑永康, 周振宇, 等. 智能变电站二次设备状态监测研究综述[J]. 电力系统保护与控制, 2016, 44(6): 148-154.
CAI J R, ZHENG Y K, ZHOU Z Y, et al. A survey of research on secondary device condition monitoring in smart substation[J]. Power System Protection and Control, 2016, 44(6): 148-154.
- [14] 张巧霞, 王广民, 李江林, 等. 变电站远程运维平台设计与实现[J]. 电力系统保护与控制, 2019, 47(10): 164-172.
ZHANG Q X, WANG G M, LI J L, et al. Design and implementation of substation remote operation and maintenance platform[J]. Power System Protection and Control, 2019, 47(10): 164-172.

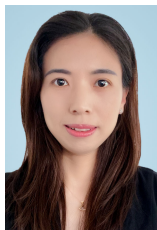
- [15] 樊陈, 倪益民, 窦仁晖, 等. 智能变电站一体化监控系统有关规范解读[J]. 电力系统自动化, 2012, 36(19): 1-5.

FAN C, NI Y M, DOU R H, et al. Interpretation of relevant specifications of integrated supervision and control systems in smart substations[J]. Automation of Electric Power Systems, 2012, 36(19): 1-5.

- [16] 吴倩, 靳雯皓, 张广飞. 泛在电力物联网背景下变电站整体架构设计[J]. 内蒙古电力技术, 2020, 38(1): 70-74, 88.

WU Q, JIN W H, ZHANG G F. Design on substation architecture under background of ubiquitous power Internet of Things[J]. Inner Mongolia Electric Power, 2020, 38(1): 70-74, 88.

[作者简介]



吴明娟 (1981-), 女, 博士, 无锡物联网产业研究院科研标准中心高级工程师、主任, 国际标准 ISO/IEC 30144: 2020 主编, 主要研究方向为物联网及区块链技术、行业应用、标准制定等。



陈书义 (1972-) 男, 博士, 无锡物联网产业研究院高级工程师、副院长, 全国信息技术标准化技术委员会物联网分技术委员会副秘书长、应用工作组组长, 江苏省物联网标准化技术委员会秘书长, 主要研究方向为物联网、通信技术、安全技术、标准制定、应用推广等。



刘海涛 (1968-), 男, 博士, 无锡物联网产业研究院二级研究员、院长, 全国信息技术标准化技术委员会物联网分技术委员会副主任委员, 江苏省物联网标准化技术委员会主任委员, 国际标准化组织 ISO/IEC 物联网标准主编辑, 国家 973 计划项目首席科学家, 国家信息化专家咨询委员会委员, 国家传感网工程技术研究中心主任, 国家环境保护物联网技术研究应用(无锡)工程技术中心主任, 主要研究方向为物联网基础理论、技术研发、标准制定、应用推广等。

高级顾问

国际电信联盟秘书长

赵厚麟

中国科学院院士

李 未 姚建铨 朱中梁 陈国良 吴培亨 何积丰 吴一戎
徐宗本 梅 宏 王 巍 吕 建 郝 跃 陆建华 房建成
黄 如 毛军发 王金龙

中国工程院院士

倪光南 孙 玉 薛禹胜 邬贺铨 贲 德 邬江兴 柴天佑
刘韵洁 戴 浩 于 全 吴曼青 段宝岩 王广基 何 友
费爱国 桂卫华 余少华 姜会林 钱 锋 樊邦奎 张 平

第二届编辑委员会

主任委员：尹 浩

常务副主任委员：朱洪波

副主任委员：

刘海涛 马华东 杨 旻 刘明亮 宋 彤 刘华鲁

委 员：（按姓氏笔画排序）

丁大志 丁进良 丁恩杰 于季弘 马建国 王文博 王永建
王汝言 王红刚 王承祥 王新兵 仇洪冰 卢光跃 田 野
冯 伟 兰巨龙 吕卫锋 朱 艳 朱 琦 任保全 全 智
刘 飞 刘 云 刘元安 孙 怡 孙玲玲 阳春华 李 剑
李建东 李宣东 李德识 杨 健 杨龙祥 吴 怡 吴启晖
冷甦鹏 汪一鸣 沙学军 沈连丰 宋令阳 迟 楠 张 杰
张 彦 张云勇 张文生 张在琛 张治中 张钦宇 张海君
张海霞 张朝阳 张登银 陈 岚 陈 钟 陈山枝 陈仪香
陈后金 陈前斌 范九伦 范平志 林金朝 易东山 金 石
金 海 於志文 赵小强 赵军辉 胡清阳 胡瑞敏 钟章队
施 毅 姜 斌 钱 毅 徐煜华 郭 庆 郭贵生 高 跃
高飞飞 陶小峰 陶梅霞 曹 汛 盛 敏 崔曙光 隆克平
葛俊祥 葛晓虎 程崇虎 詹 杰 潘 炜

依法科学有序**防控** 坚决遏制**疫情**扩散



不聚集

戴口罩

勤洗手