

团 体 标 准

T/CES XXX-2023

电网调度知识图谱构建及故障处理框架 (征求意见稿)

Power Grid Dispatch Knowledge Graph Construction and Fault
Handling Framework

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国电工技术学会 发布

目 次

前言	II
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 电网调度知识图谱构建技术框架	3
4.1 技术框架	3
4.2 数据采集和预处理	3
4.3 知识图谱建模和存储	4
4.4 知识推演和应用	4
4.5 可视化和交互	4
4.6 知识维护和更新	4
5 基于知识图谱的调度故障处理集成应用框架	5
5.1 应用框架	5
5.2 故障规范表示	5
5.3 故障知识提炼	5
5.4 故障分析研判	6
5.5 故障处置存档	6

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》的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由国网信息通信产业集团有限公司提出。

本文件由中国电工技术学会标准工作委员会电力信息化标准专业委员会工作组归口。

本文件起草单位：国网信息通信产业集团有限公司、福建亿榕信息技术有限公司。

本文件主要起草人：李强、赵峰、庄莉、王秋琳、郑耀松、丘志强、李炳森、伍臣周、苏江文、宋立华、邱镇、梁懿、李建华、李年勇、邢国用、张晓东、陈江海、吕志超、王燕蓉、张维、王婧。

本文件为首次发布。

电网调度知识图谱构建及故障处理框架

1 范围

本文件规定了电网调度知识图谱构建及故障处理的系统框架、技术要求、集成应用要求。
本文件适用于国内电力企业为满足电网调度故障处理需求开展的调度知识图谱构建及应用工作。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 42131-2022 人工智能 知识图谱技术框架
- GB/T 33607-2017 智能电网调度控制系统总体框架
- DL/T 516-2017 电力调度自动化运行管理规程
- DL/T 1033.9-2006 电力行业词汇 第9部分：电网调度

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 电网调度知识图谱构建技术框架

4.1 技术框架

基于《GB/T 42131-2022 人工智能 知识图谱技术框架》《GB/T 33607-2017 智能电网调度控制系统总体框架》具体要求，提出电网调度知识图谱构建技术框架主要包括：数据采集和预处理、知识图谱建模和存储、知识推理和应用、可视化和交互、知识维护和更新5个活动环节，如图1所示。

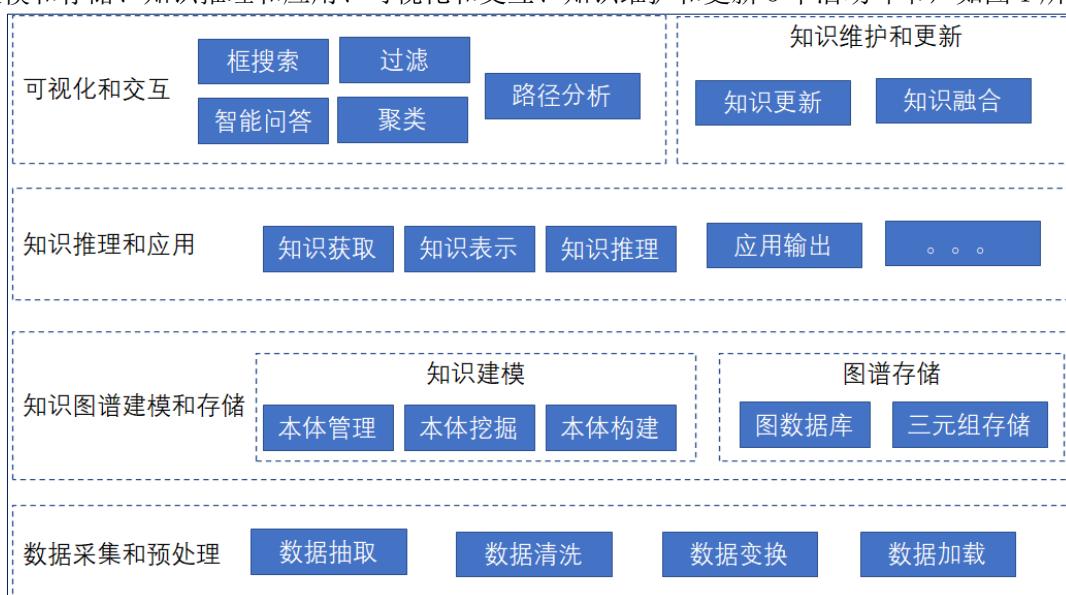


图1 电网调度知识图谱构建技术框架

4.2 数据采集和预处理

数据采集和预处理流程和性能指标，具体如下：

- a) 设计数据采集和清洗的流程，包括数据抽取、数据清洗、数据变换、数据加载环节。
- b) 实施数据采集和清洗流程，并对数据质量进行监控和改进。
- c) 数据准确性要求达到 99%，数据完整性要求达到 98%，数据一致性和时效性要求达到 97%。
- b) 实施数据采集和清洗流程，并对数据质量进行监控和改进。
- c) 数据准确性要求达到 99%，数据完整性要求达到 98%，数据一致性和时效性要求达到 97%。

4.3 知识图谱建模和存储

知识图谱建模、存储方式和性能指标，具体如下：

- a) 在知识图谱建模阶段，需明确知识图谱的目标和范围，确定实体和关系类型，并对其进行分类和标注，确保定义清晰、无歧义。
- b) 需选择合适的建模工具和技术，支持建模过程中的多人协作和版本控制。
- c) 知识图谱的实体和关系类型要求定义清晰，经领域专家或专业人员验证，准确率达到 90%。
- d) 知识图谱的实体和关系的属性要求定义全面，经领域专家或专业人员验证，准确率达到 90%。
- e) 知识图谱支持以三元组数据格式进行存储，以图数据库作为主要存储方式。

4.4 知识推理和应用

知识推理和应用相关流程和性能指标，具体如下：

- a) 应用场景和用户需求要求明确，且覆盖电力系统调度、故障诊断、安全分析等场景。
- b) 设计知识推理和应用的流程，包括知识获取、知识表示、知识推理、应用输出等环节。
- c) 实施知识推理和应用流程，并对知识推理的准确性和效率进行监控和改进。
- d) 知识推理算法和模型要求准确率达到 98%，性能要求达到 100 次/s。

4.5 可视化和交互

可视化和交互的设计和要求，具体如下：

- a) 用户需求和应用场景要求明确，且覆盖电力系统调度、故障诊断、安全分析等场景。
- b) 界面和交互功能要求设计合理，采用标准化的数据格式和协议，确保可视化和交互功能能够在不同系统和平台之间进行互操作；采用标准化的搜索、过滤、聚类、路径分析等功能，能够扩展至多个数据源和不同的数据格式，以便于用户在不同的场景下能够进行自定义的数据分析和探索。
- c) 采用用户友好的交互设计，如可配置、拖放操作等，允许用户根据需求对界面进行自定义设置，以便于符合用户的需求和使用习惯。

4.6 知识维护和更新

知识维护更新包括知识检测和修正流程、知识维护和更新流程的实施、知识融合、专家接入确认、监控与改进，具体如下：

- a) 知识检测和修正流程：设计自动化工具或脚本，用于检测知识库中的错误和不足。通过算法或规则，自动修正或补充知识库中的错误和不足。明确各个步骤的责任人，并确定专家接入的方式，以便在自动处理后由专家进行确认和验证。
- b) 知识维护和更新流程的实施：制定详细的知识维护和更新流程，并包括自动化工具和脚本的使用。开发自动化系统，负责执行知识维护和更新流程中的各个步骤。设定监控机制，跟踪知识更新的及时性和有效性。收集系统生成的报告和日志，用于后续分析和改进。知识更新频率要求每周至少一次，且更新内容的有效性要求达到 95% 以上。
- c) 知识融合：整合多个信息源或知识库中的知识，生成全面、准确和有用的知识。使用数据抽取、文本分析和语义理解等技术，识别和提取相关的知识片段。对比不同知识源中的知识，并消除冲突和矛盾。
- d) 专家接入确认：引入专家的知识和意见。专家审查自动化处理后的知识更新结果，提供进一步的指导和确认。专家的参与增加对知识的准确性和可信度的保证。
- e) 监控和改进：定期监控知识更新的及时性和有效性。根据系统生成的报告和专家的确认结果，对自动化流程进行改进和优化，提高更新内容的有效性。

5 基于知识图谱的调度故障处理集成应用框架

5.1 应用框架

基于《GB/T 42131-2022 人工智能 知识图谱技术框架》《GB/T 33607-2017 智能电网调度控制系统总体框架》提到的知识图谱应用要求,结合《DL/T 516-2017 电力调度自动化运行管理规程》《DL/T 1033.9-2006 电力行业词汇 第9部分:电网调度》所述的电网调度故障处理领域业务特征,提出了基于知识图谱的电网故障处理应用框架主要包括故障规范表示、故障知识提炼、故障分析研判、故障处置存档4个方面的应用过程,如图2所示。

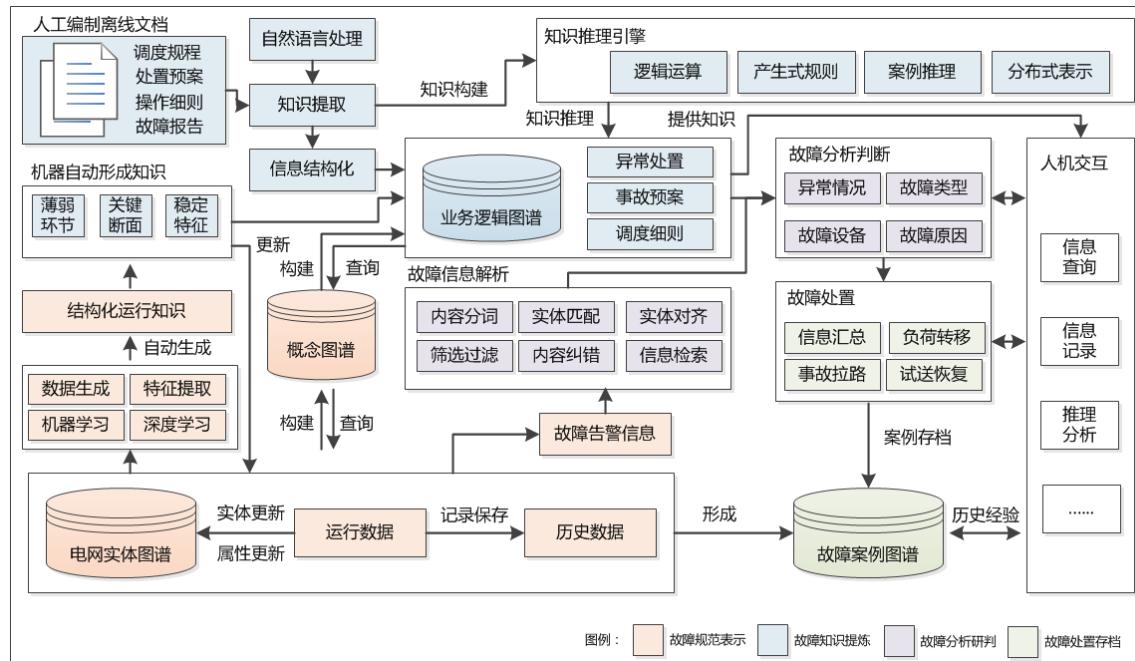


图2 基于知识图谱的电网故障处理应用框架

5.2 故障规范表示

电网故障处理知识图谱规范表示包括电网设备实体图谱、故障处理概念图谱的构建,具体要求如下:

- 需要将调度系统已有的关系型数据库转化为图数据库,构建电网设备实体图谱,并在运行过程中采用实时数据对实体、关系和属性值进行持续更新。
- 需要在设备实体图谱之上进行自动提炼,并通过人工校验的方式构建故障处理的概念图谱,形成领域本体,用于实现电网事故的抽象概念表达。

5.3 故障知识提炼

电网故障处理知识提炼包括非结构化文本知识提取、业务逻辑图谱构建、业务逻辑与规则提炼及自动化领域知识生成,其中包含《DL/T 516-2017 电力调度自动化运行管理规程》《DL/T 1033.9-2006 电力行业词汇 第9部分:电网调度》等标准文件所述故障知识内容,具体要求如下:

- 需要对以非结构化文本形式存储的调度规程、处置预案、操作细则、故障报告等内容,通过自然语言处理技术进行知识提取,并优先关注电网调度故障处理业务中的关键知识点,如故障频繁发生的设备、易引发大面积影响的故障、涉及安全风险的操作等。
- 针对原则和经验等语义信息构建结构化知识网络,需要结合概念图谱中涉及的各类本体,形成业务逻辑图谱。
- 需要提炼其中的逻辑与规则,构建逻辑运算库与规则库,用于对故障进行推理分析。
- 需支持通过机器学习技术自动生成薄弱环节、关键断面、稳定裕度等结构化领域知识,进一步构建或更新实体或业务逻辑图谱。

5.4 故障分析研判

电网故障处理分析研判过程要求如下：

- a) 当故障发生时, 知识推理引擎要能寻找、分析业务逻辑图谱中相匹配的知识路径, 然后向下级查询与故障密切相关的概念与设备实体。
- b) 得到相关知识后, 需要通过故障信息解析模块、故障分析判断模块与故障处置模块, 进行故障解析、分析与判断, 给出故障类型和处置方式建议。
- c) 需要根据电网调度故障处理需求, 设计和采用适当的故障影响分析模型, 以评估故障和缺陷对电网设备和运行的潜在影响程度。该模型需要考虑故障类型、设备重要性、区域范围、影响范围等因素, 以确定故障或缺陷对电网运行的影响程度, 从而帮助调度人员优先处理关键问题。

5.5 故障处置存档

电网故障处置存档包括处置过程的提示与确认、处置结束后的知识存档, 具体要求如下:

- a) 在处置过程中, 需要对调度人员提示筛选后的主要信息、隐含知识、操作原则与特殊要求等内容。对于关键环节的判断和操作, 还需要进行人工确认, 以确保机器决策的安全性。
- b) 故障处置流程结束后, 需要自动化提取故障期间相关的结构化知识, 形成案例知识图谱, 用于案例记录、查阅和推理。案例知识图谱应重点记录电网调度故障处理过程中涉及的关键判断依据、操作步骤和处理结果, 以优化后续故障处理经验的积累与传承。