

电力调度智能操作的知识模型及实现研究

戴 佳, 吴彦蓁

(国网湖北省电力有限公司天门市供电公司, 湖北 天门 431700)

摘 要 电力调度智能操作是现代化电力操作的新形式, 具有调度操作速度快, 便利、高效等优势。鉴于电力调度智能操作的主要优势, 当前智能电力系统研究将电力调度智能操作知识模型研究看作重点。本文针对电力调度智能操作知识模型及其特点进行分析, 并根据相关研究提出 IOKM 的总体架构, 同时对知识模型进行实践验证。最后, 通过开展电力调度智能操作的知识模型验证发现, 规则数量统计中, 操作任务规则库优先级触发规则数量为 2、调度指令规则库停电操作 20 个数量, 证明知识模型的质量验证方法可全面应用。

关键词 电力调度; 智能操作; 知识模型

中图分类号: TM765; TP18

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0013-03

电力调度智能操作是利用先进的信息技术、自动化技术和人工智能技术, 对电力系统的运行进行实时监控、分析和控制的过程。电力调度智能操作是电力智能化运行的重要组成部分, 有利于提升电力调度操作运行效率。本文以电力调度智能操作为研究对象, 主要原因是我国正在推行电力智能化运行模式, 电力调度智能操作是智能运行的关键。通过对电力调度智能操作进行研究, 当前电力调度智能操作具有实时性、自动化、预测性、自动化、安全性、适应性以及交互性等多项优势, 有利于促进电力系统的应用与发展。

1 电力调度智能操作知识模型设计

1.1 创设 IOKM 总体架构

1. 输入 (Input): 这是框架的起点, 涉及收集和整理信息的过程。输入可以来自多种渠道, 如研究、调查、会议记录、报告等。

2. 组织 (Organize): 在这一阶段, 收集到的信息需要被分类和结构化, 以便于理解和检索。这包括

创建索引、标签、分类体系或数据库。

3. 存储 (Keep): 信息被组织好之后, 需要存储在可靠的系统中, 确保其安全性和可访问性。存储可以是物理的, 如文件柜、档案室, 也可以是数字的, 如电子文档管理系统。

4. 输出 (Manage): 信息需要以一种对用户有用的方式被检索和使用。这包括报告的生成、数据分析、知识分享会议或培训等。

1.2 电力调度智能操作总体架构分析

通过对电力调度智能操作总体架构进行研究可知, 该架构适合应用于电力调度智能操作系统, 可提升电力操作应用效果。通过本文设计研究, 提出智能操作知识模型的总体架构, 主要包括元素知识层、拓展本体知识层、推理知识层三大部分, 各层级之间相互联系, 共同组成调度智能操作知识模型, 可确保智能操作良好开展, 可提升操作工作效率, 图 1 为智能操作知识模型的总体架构图。

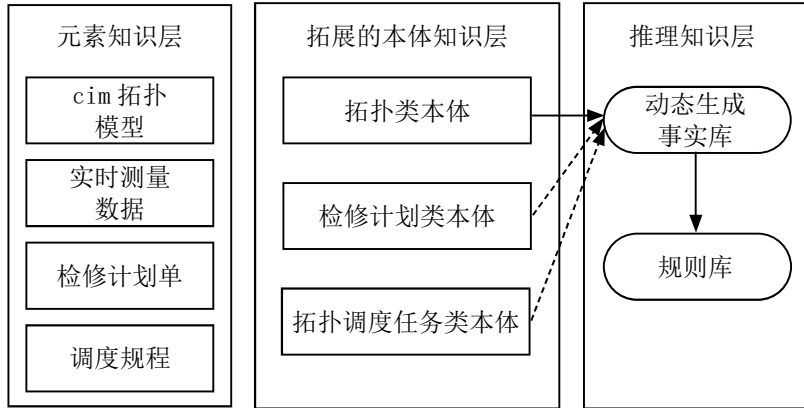


图 1 智能知识操作模型的总体架构图

1.3 关键层设计分析

1.3.1 元素知识层

元素知识层存储着异源异构的未经处理的粗知识,包括以文本、XML等形式存在的实时量测数据、拓扑信息、检修计划单、调度规程等。这些数据描述的实际对象一致,如检修计划单中的检修设备存在实时量测数据、拓扑连接关系等,同时也有针对此类设备检修的相应调度规程,但是没有统一的架构进行规约,在同一个领域内产生了描述相同本体的异构数据,无法建立联系。这些粗知识是构建扩展的本体知识层的基础^[1]。

1.3.2 本体知识层

1. 拓扑类本体。拓扑类本体通常指的是在本体论中,与拓扑学相关的概念和实体的集合。拓扑学是数学的一个分支,主要研究几何形状在连续变形下的性质,即在不考虑大小和距离的情况下,研究空间的性质。在拓扑类本体中,包含以下概念:(1)点集拓扑:研究拓扑空间、连续映射、同胚、紧致性、连通性等基本概念。(2)代数拓扑:利用代数方法研究拓扑空间的性质,例如同伦群、基本群、上同调群等。(3)微分拓扑:研究可微流形的局部和全局性质,以及微分结构和光滑映射。(4)低维拓扑:专注于研究低维空间(如曲线、曲面)的性质。(5)高维拓扑:研究高于三维的空间结构和性质。

2. 调度任务书本体设计。调度任务书本体设计也是本体设计的重要组成部分,通过本文研究发现,借助CIM构建数据模型,更偏重于细节描述设备,力度相对较小。此时智能调度设备的检修任务创建的过程中必须利用知识模型对调度工作人员的正常调度思维逻辑方式进行细节分开,首先获取设备状态变更需求,了解接线类型,细化具体设备,实施关键性操作,最终了解设备从左时序。另外,借助拓展工作可对电网描述模型进行分析,构建形式化、明确化以及通用化调度任务,优化本体模型,构建调度任务实施描述。本次智能模型建立与研究的过程中,为尽快完善调度任务计划,借助CIM构建多种调度任务计划,其中主要包括倒母线操作、主变负荷转供、母线负荷转供、母线运行方式变更、旁母串供、线路负荷转供、设备状态转换以及线路供电侧转换等。

3. 检修计划类本体设计。电力调度智能操作需要设计检修计划类本体设计,通过此种本体设计,保证各项工作良好开展。该知识本体设计的过程中,可利用POP构建检修计划单、方式变更任务、保护变更任务以及解析模板。

(1) 检修计划知识模型是指智能调度中检修计划

单创建知识构建的知识模型,主要包括检修设备、检修停电时间、计划停电时间、计划复电时间、申请编号以及申请单位等^[2]。(2)方式变更任务的知识模型设计也极为关键,根据设计要求主要分为调度时段、执行情况、调度任务的模型设计。(3)保护变更任务。保护变更任务与方式变更任务具有一定的从属关系,所以针对此种情况,要求设计保护变更任务的POP模型,该模型主要包括调度时段、执行情况以及调度任务等。

整个检修计划类本体设计的过程中,以POP模型为本体,创建调度时段、调度任务以及执行情况等诸多类型,创建停电前、复电前以及复电后的多种本体任务,从而保证电力调度智能操作良好开展,提升电力调度效率。

1.3.3 拓扑类本体设计

单一本体能按照应用场景不同完成不同类型元组的形式化定义,其中将元组分为包含、属性以及概念等三年类型。分组之时需要确定拓扑概念连接关系以及特定属性,最终将拓扑类本体进行全面分类与分析。另外,一次设备本体具有共有属性,所以在拓扑类本体设计中需要了解共性与分析,实现本体综合分析与研究^[3]。

拓扑类本体设计应用的过程中,可创建新型拓扑类本体模型,以调度员认知层级为基础,构建电厂断路器、隔离开关、二次设备以及开关组层级,保证细节开关组层级更加科学合理,提升拓扑应用效果。基于上述分析,除了调度称谓、编号、限值、电压等级等CIM模型中已有属性外,IOKM拓扑类本体加入了调度分类属性用以区分同种设备之间功能、相对位置上的差异,从而简化知识的表达。拓扑类本体调度分类如表1所示。同一设备可以有多个维度的调度分类,以适应调度对设备分类的多维视角。

表1 拓扑类本体调度分类

设备本体	调度分类
开关	线路开关、电源开关、负荷开关分段开关
线路	主干线、联络线、T接线
母线	旁路母线、主母线、带硬连接母线
隔离开关	母线侧隔离开关、旁路隔离开关、接地隔离开关
主变	T接主变、双绕组主变三绕组主变
厂站	自辖站用户站

另外,在利用CIM模型构建设备间电气连接模型,同时也构建逻辑关系的过程中,一定要创建一次设备

类本体特有属性,如此一来,使模型设计应用良好开展,以表 2 为一次设备类本体特有属性展示。

表 2 一次设备类本体的特有属性

设备本体	特有属性	解释
开关	所属设备	开关所属的设备本体
线路	下属支线	若线路的调度分类为主干线,则其所连接的线路为其下属支线
母线	接线方式	此母线所在母线组的接线方式
隔离开关	所属开关	隔离开关所属的开关本体
线路	线路类型	T 形接线,联络线

最后构建厂站类的主体本体结构,该本体结构模型包括属性和关系两大模块。其中模块属性关系为组合关系、间接连接关系。属性关系则为调度成分、电压等级、编号以及接线方式,两种方式下共同创建接线模式,才能够保证接线良好开展,确保模型构建应用良好。

1.4 推理知识层设计

推理知识层设计是构建在数据层之上的一个层次,它主要负责处理和分析数据层提供的信息,以实现智能推理和决策支持。设计推理知识层时,需要考虑以下几个关键点:(1)知识表示:用最佳方法表示知识,其中本体论、网络语义、逻辑框架以及知识迁移规则是主要形式。知识表示方法需要能够清晰地表达领域知识和推理逻辑。(2)知识获取:确定如何从数据层获取知识,包括数据挖掘、专家系统、自然语言处理等技术。(3)推理机制:设计推理引擎,引擎可在知识库中构建逻辑规则,不能够实施语言和知识推理。推理机制可以是基于规则的推理、案例推理、模型推理等。(4)推理控制策略:确定推理过程中的控制策略,如正向推理、反向推理、混合推理等,以及如何在推理过程中处理不确定性和模糊性。(5)知识更新与维护:设计知识库的更新机制,确保知识的时效性和准确性,包括知识的添加、删除和修改。(6)推理结果的解释与展示:推理结果需要以用户可理解的方式进行解释和展示,涉及自然语言生成、可视化等技术^[4]。

2 电力调度智能操作知识模型实现

通过上述研究发现,电力调度智能操作知识模型的创建非常关键,根据 IOKM 框架构建多个操作模型,继而总体上实现电力调度智能操作知识模型,以下是本文对电力调度智能操作知识模型的视线进行分析与研究。在对模型进行实现验证的过程中,要求进一步探讨电力调度智能操作知识模型的实现,本文以某电

厂为例,针对该电厂实际情况构建电力调度智能操作知识模型,并且对知识模型的应用情况进行验证。

2.1 电厂情况

本次知识模型验证过程中,确认电力调度的智能操作知识模型的主要情况,确保电力调度智能操作保持良好。本次研究的电厂为 110 kV 电厂,该电厂包括奋进 2 号主变负荷、南风站 2 号主变负荷、构建母联自投功能。

2.2 构建模型并验证

本次电力调度智能操作系统知识模型验证的过程中,构建 IOKM 应用实例,创建模型后对触发规则数量、调度命令和执行命令的准确度进行验证,总共验证母联自投调度、转冷备用调度、热备用调度等多个模式。通过对电力调度进行综合验证发现,处罚规则数量统计中,操作任务规则库优先级触发规则数量为 2、调度指令规则库停电操作 20 个数量。

模拟验证调度执行和发送指令进行统计,确认两项数据均为 100%,证明电力调度智能操作模型保持良好^[5]。

3 结束语

电力调度智能操作知识模型是电力调度系统应用创新的重要渠道,对电力调度操作系统运行有非常重要的影响,也成为电力企业发展的新方向。通过对电力调度智能操作知识模型系统进行研究发现,该系统在应用的过程中可创建一种新型模式,该模式在应用时具有自动识别、智能分析等多项功能,所以从理论上符合电力调度智能操作系统的应用需求。研究提出电力调度智能操作的知识模型,并对模型进行实现验证,确认本文设计的知识模型应用效果良好,可推广应用。

参考文献:

- [1] 朱思婷,管霖,徐尧燧,等.电力调度智能操作的知识模型和实现技术[J].南方电网技术,2022,16(12):98-108.
- [2] 黎静华,谢育天,曾鸿宇,等.不确定优化调度研究综述及其在新型电力系统中的应用探讨[J].高电压技术,2022,48(09):3447-3464.
- [3] 叶晨麟.基于机器学习的智能电网调度方法研究[J].建筑工程技术与设计,2023(13):121-123.
- [4] 周二专,张思远,严剑峰,等.电网调控决策知识模型建模及实现方法[J].中国电机工程学报,2022(014):5057-5066.
- [5] 李志超,尹兴隆,何文洪,等.基于模糊隶属度的智能电网电力调度多目标优化研究[J].微型电脑应用,2024,40(02):137-140.