|  |  |
| --- | --- |
|  | |
|  | 阶段标记：  密级：  编号： |
|  | |
| 某教学培训信息资源综合管理系统软件  软件需求规格说明（结构化）  XXXSRS  V1.0 | |
| 共 页 | |
| 中国船舶集团有限公司第七○七研究所 | |
| 2025年5月 | |

|  |
| --- |
|  |
| 项目名称  软件需求规格说明（结构化）  XXXSRS  V1.0 |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 编制： |  | 日期： |  | | 校对： |  | 日期： |  | | 审核： |  | 日期： |  | | 标审： |  | 日期： |  | | 批准： |  | 日期： |  | |

|  |
| --- |
|  |
| 项目名称  软件需求规格说明（结构化）  XXXSRS  V1.0 |
| 顾 客 代 表 会 签 页 |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 顾客单位名称： |  | | | | 顾客代表签字： |  | 日期： |  | |

版本说明

XXXSRS《项目名称软件需求规格说明（结构化）》的历次版本情况如下：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 版本号 | 编制日期 | 较上一版的变化 |
| V1.0 |  | 该文件为第一版。 |
|  |  |  |

项目名称软件需求规格说明（结构化）

# 范围

## 标识

本文档的标识：

本文档适用的软件标识：

本文档适用的系统标识：

本条应描述本文档所适用系统和软件的完整标识，适用时，包括其标识号、名称、缩略名、版本号和发布号。

## 系统概述

本软件为全新研制软件/在XXX软件基础上进行功能升级/在XXX软件基础上进行二次开发（主要取决于合同、研制要求等相关描述）。

项目的用户为：XXXX。

项目的需方为：XXXX。

项目的开发方为：中国船舶集团有限公司第七○七研究所。

项目的保障机构为：中国船舶集团有限公司第七○七研究所。

本条应概述本文档所适用系统和软件的用途。它还应描述系统与软件的一般特性；概述系统开发、运行和维护的历史；标识项目的需方、用户、开发方和保障机构等；标识当前和计划的运行现场；列出其他有关文档。

## 文档概述

本文档按GJB438B-2009《军用软件开发文档通用要求》规范编制。

本文档的用途主要是分析和说明软件相关的功能需求，作为软件设计的输入，确保软件的正确开发。内容包括需求分析，主要是说明软件的内、外部接口和软件的功能结构；合格性需求分析，主要是说明软件的合格性因素及其判别方法；交付准备，主要是说明CSCI准备交付的介质和特性。

该文档的使用者为软件开发方、软件需方、软件测试人员和软件维护人员，其主要用途是：

1. 软件开发方：通过软件需求规格说明的编制，软件开发方可以清楚地理解软件需方对软件开发的要求，以及开发方对软件开发内容的承诺；
2. 软件需方：软件需求规格说明是软件研制任务书的具体化，是对软件研制任务书的进一步解释。是软件需方对软件开发内容的确认，以及与软件开发方对软件任务达成的共识；
3. 软件设计人员：在软件开发内部，软件需求规格说明是软件设计的最重要的开发依据；
4. 软件测试人员：软件需求规格说明是软件配置项测试的重要依据；
5. 软件维护人员：软件需求规格说明帮助软件维护人员了解软件的概貌及软件的各项具体功能，是其能对软件进行正确维护的依据。

本条应概述本文档的用途和内容，并描述与它的使用有关的保密性方面的要求。

# 引用文档

下列文件对于本文件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文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

| 序号 | 文档编号 | 文档标题 | 编写单位 |
| --- | --- | --- | --- |
|  | GJB 438B-2021 | 军用软件开发文档通用要求 | 中央军委装备发展部 |
|  | GJB 2786A-2009 | 军用软件开发通用要求 | 原总装备部 |
|  | GJB 8114-2013 | C/C++语言编程安全子集 | 原总装备部 |
|  | 707.3.37X.XXX\_SDTD | XXXXX软件研制任务书 | 中国船舶集团有限公司第七○七研究所 |
|  |  |  |  |

本章应列出引用文档的编号、标题、编写单位、修订版及日期，还应标识不能通过正常采购活动得到的文档的来源。

# 需求

如果要求CSCI在多种状态或方式下运行，并且不同的状态或方式具有不同的需求，则应标识和定义每一状态和方式。状态和方式的例如包括：空闲、就绪、活动、事后分析、训练、降级、紧急情况、后备、战时和平时等。可以仅用状态描述CSCI，也可以仅用方式、用方式中的状态、状态中的方式、或其他有效的方式描述CSCI。**如果不需要多种状态和方式，应如实陈述，而不需要进行人为的区分**；**如果需要多种状态和/或方式，应使本规格说明中的每个需求或每组需求与这些状态和方式相对应**，对应关系可以在本条或本条所引用的附录中，通过表格或其他方式加以指明，也可以在该需求出现的章条中加以说明。

**示例：**

以惯导设备为例，其状态图可以如下所示。



图X 状态转换图

## CSCI能力需求（大家写）

### 概述（张素平）

为详细说明与CSCI各个能力相关的需求，本条可以分为若干子条。“CSCI能力需求”中的“能力”为一组相关需求，可用“功能”、“主题”、“对象”、或其他适合表示需求的词代替

**补充说明**：本节的概述不是GJB 438B要求的，此处建议使用process modeler建立IDEF0图，并进行分解,一般应按功能组进行分解，之后再进一步分解到单一功能（输出线为1条），使用”Node Tree”展示软件的功能点。





（功能组）



（单一功能）

在以下章节中对此处所描述的功能点进行逐一描述。

### 知识图谱存储系统

一段文本描述，描述该系统的功能和作用。

#### 数据导入（ZZTPCCXT\_FUN\_SJDR）

一段文本描述，描述该功能块。

##### 单目标导入(ZZTPCCXT\_FUN\_SJDR\_001)

一段文本描述，描述该功能+一张表

XXX需求描述见表2　。

1. XXX需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | ZZTPCCXT\_FUN\_SJDR\_001  系统缩写\_FUN\_功能缩写 | 需求名称 | 单目标导入 |
| 优先级 | 高/中/低 | 重要程度 | 关键/重要/一般 |
| 说明 | 描述此功能要达到的目标、所采用的方法和技术，还应清楚说明功能意图的由来和背景。 | | |
| 前提与约束 | 描述此功能运行的前提条件 | | |
| 上一级需求标识 | XXX-FUN-XXX 功能1 数据导入  XXX-FUN-XXX 功能2 | | |
| 输入 | 必须确定与功能有关的所有输入信息，包括其来源、意义、格式、接收方法、数量、范围及换算方法，必须说明输入频度、响应时间要求、优先顺序、操作控制等要求。包括：  详细描述该功能的所有输入数据，如：输入源、数量、度量单位、时间设定和有效输入范围等。  指明引用的接口说明或接口控制文件的参考资料。 | | |
| 处理 | 必须确定输入数据到中间数据直到获得预期输出结果的全部过程、操作的准确顺序，非正常情况的响应所需时间、空间资源。对每种功能的算法及其实现做文字描述，必要时给出图形、逻辑描述或相应的数学描述。  定义对输入数据、中间参数进行处理以获得预期输出结果的全部操作。包括：  输入数据的有效性检查。  操作的顺序，包括事件的时间设定。  异常情况的响应，例如溢出、通信故障、错误处理等。  受操作影响的参数。  用于把输入转换成相应输出的方法。  输出数据的有效性检查。 | | |
| 输出 | 必须确定与功能有关的所有输出信息，包括信息的传送方法、意义、格式、数量、输出范围及换算方法。必须说明时间要求、优先顺序和输出形式等要求。  详细说明该功能的所有输出数据，例如，输出目的地、数量、度量单位、时间关系、有效输出范围、非法值的处理、出错信息等。  有关接口说明或接口控制文件的参考资料。 | | |
| 异常处理 | 针对执行过程中每个可能出现的异常情况及其处理方式进行描述。 | | |
| 性能约束 | 描述功能的性能约束，可以从频率、时间、精度、容量等进行分析 | | |
| 设计与实现约束 | Springboot、java、Vue、nodejs  可对设计和实现的提出要求。如重用限制、设计方法、开发技术、编码语言等。 | | |

本条应标识必需的每一CSCI能力，并详细说明与该能力有关的需求。如果该能力可以更清晰地分解成若干子能力，则应分条对子能力进行说明。需求应详细说明所需的CSCI行为，包括适用的参数，如响应时间、吞吐时间、其他时限约束、时序、精度、容量、优先级别、连续运行需求和在基本运行条件下允许的偏差；适当时，需求还应包括在异常条件、非许可条件或超限条件下所需的行为，错误处理需求和任何为保证在紧急时刻运行的连续性而引入到CSCI中的规定。在确定与CSCI所接收的输入和CSCI所产生的输出有关的需求时，应考虑在3.3.X给出的要考虑的主题列表。

**补充说明：**本条应针对**研制任务书规定的功能（可含性能要求）**进行分析，采用IPO(输入、处理、输出)的方式。而**不是针对软件的设计模块**进行分析。此处的**输入和输出应与外部接口对应**。涉及繁杂处理流程的，可以使用判定表等方式进行表述。

在进行软件功能分解时，一般建议“横向”拆解功能，即输入与输出是对外部可视的。尽量不要按照设计的理念，拆解成模块的功能。在功能定义时考虑可能遇见的各种可能性（场景），包括可能的分支情况、异常情况等。

在功能定义的同时还应考虑此项功能所需的非功能性需求。如性能、可靠性、适应性、安全性、保障等方面。非功能性需求源于功能需求，是对功能需求的补充

针对复杂的业务流程，可使用IDEF3进行过程描述。



##### 批量导入(ZZTPCCXT\_FUN\_SJDR\_002)

一段文本描述，描述该功能+一张表

#### 图谱数据存储

#### 图谱数据管理

#### 图谱数据更新

#### 图谱数据查询域图算法

#### 数据导出

#### 数据备份与恢复

#### 数据权限认证及管理

#### 应用集成

### 知识图谱展示系统

#### 数据源连接

#### 知识图谱动态展示

### 设备原理与技术文本处理系统

### 设备原理与技术知识整合管理系统

### 失控处置知识库

### 损伤处置知识库

### 密钥处置知识库

### 威胁处置知识库

### 应急处置方案分析系统

### 应急处置背景管理系统

### 应急处置方案管理系统

### 设备异常检测技术知识图谱

设备异常检测技术知识图谱系统旨在实现对设备异常检测业务相关的多源异构数据进行采集、处理、标准化、分析、实体与关系识别，并以结构化形式构建知识图谱，支撑设备异常检测的数据治理、知识发现、智能推理与辅助决策。系统还能够与仿真模拟系统进行数据交互，提升设备异常管理的智能化和可视化水平。

#### 文本处理（ZZTPCCXT\_FUN\_SJDR）

##### 实现设备异常检测文本数据提取功能(ZZTPCCXT\_FUN\_SJDR\_001)

本功能实现从各类设备异常检测相关文档、报告、日志等文本数据源中，自动提取与异常检测相关的关键信息和原始数据。通过自然语言处理技术，实现对文本中的设备异常事件、特征参数、检测结论等数据的精准提取，为后续的数据标准化和知识图谱构建提供原始输入。

设备异常检测文本数据提取功能需求描述见表2　。

1. 设备异常检测文本数据提取功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | 设备异常检测文本数据提取 | 需求名称 | 设备异常检测文本数据提取 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能旨在通过自然语言处理等技术手段，实现对多源异构的设备异常检测相关文档（如报告、日志等）中的关键信息自动提取和初步结构化，显著提升异常检测数据处理效率，为后续知识图谱和智能分析提供高质量数据基础。支持多种格式（PDF、Word、txt等）、多来源（检测平台、人工上传等）文本的自动解析，自动识别异常事件、检测参数、结论等核心内容，降低人工干预，提升数据可靠性。 | | |
| 前提与约束 | 已完成文本数据源接入配置，具备相关访问权限，源数据质量达到基本可解析标准。 | | |
| 上一级需求标识 | SBYCJCJSZZTP\_FUN\_WBCL 数据导入 | | |
| 输入 | 设备异常检测相关文本文件，包括但不限于报告、日志等，格式涵盖PDF、Word、txt等，来源包括检测平台自动生成、人工上传等。具体输入要求如下： — 输入源：检测平台、用户上传 — 格式：PDF、Word、txt等 — 输入频度：支持批量和单文件导入 — 有效范围：内容需涵盖设备异常检测相关关键信息 — 参考接口说明文档：数据接入接口规范V1.0 | | |
| 处理 | 实现流程包括： 1. 文本文件解析与转码，自动识别格式 2. 内容分句分段及去噪处理 3. 关键词、实体和关系自动识别与抽取（如设备、异常类型、参数、检测结论等） 4. 初步结构化处理，生成标准化数据结构 5. 数据有效性校验与存储 6. 支持异常情况（如格式错误、内容为空等）的自动识别与响应 7. 按优先级顺序处理批量任务，保证主流程高效执行 | | |
| 输出 | 结构化原始数据（如JSON、表单等），包括异常类型、发生时间、检测参数、设备信息、检测结论等；可自动推送至后续数据处理模块或知识图谱构建流程。 — 输出目的地：本地数据库/知识图谱平台 — 输出格式：JSON、结构化表单等 — 有效输出范围：包含全部检测相关的关键信息 — 输出接口文档参考：结构化数据输出规范V1.0 | | |
| 异常处理 | 记录和标记无效、格式错误、内容缺失等文本，自动提示人工介入处理或自动忽略，并输出异常报告或日志。对异常情况设定超时与最大重试次数，确保主流程不受阻塞。 | | |
| 性能约束 | 单文件处理时间小于10秒，支持批量文件导入与并发处理，整体文本信息识别准确率≥95%，支持每日10,000份文档处理。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。实现应考虑模块解耦、接口文档规范、代码可维护性和可扩展性，支持后续模型升级和多格式适配等扩展需求。 | | |

##### 实现设备异常检测文本数据标准化处理功能（SBYCJCJSZZTP\_FUN\_WBCL\_002）

本功能对提取的设备异常检测文本数据进行标准化处理，包括统一字段格式、单位换算、名称规范、编码转换等，确保后续分析和知识图谱构建的数据一致性和可用性。

设备异常检测文本数据标准化处理功能需求描述见表3　。

1. 设备异常检测文本数据标准化处理功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBYCJCJSZZTP\_FUN\_WBCL\_002 | 需求名称 | 设备异常检测文本数据标准化处理 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能旨在对提取的设备异常检测文本数据进行字段格式统一、单位换算、名称规范、编码转换等标准化处理，确保数据在后续分析和知识图谱构建中的一致性和可用性。支持多种设备类型、异常类型、参数单位的自动标准化，自动识别并转换不规范字段，提升数据质量和兼容性。标准化处理过程应支持批量和单条数据的高效处理，自动校验标准化结果的准确性，发现异常项自动标记并支持人工复核，保障数据的高质量输出。 | | |
| 前提与约束 | 已完成数据提取，具备标准化参考体系和标准字段、单位、名称、编码等规范，系统已配置相关标准化规则和映射表。 | | |
| 上一级需求标识 | SBYCJCJSZZTP\_FUN\_WBCL\_001 | | |
| 输入 | 提取后的原始设备异常检测结构化数据，包括设备信息、异常类型、检测参数、结论等，格式为JSON、表单等结构化数据。输入需满足标准化处理的基本要求，字段完整、内容可解析。 | | |
| 处理 | 标准化处理流程包括：1. 字段名称与格式统一，自动映射到标准字段；2. 参数单位自动换算，支持多种常见单位的智能转换；3. 设备、异常类型、参数名称等自动规范化，按标准名称输出；4. 编码转换，支持多种编码体系间的自动转换；5. 标准化结果校验，发现异常项自动标记并输出异常报告；6. 支持批量和单条数据的高效处理，保证主流程高效执行。 | | |
| 输出 | 标准化后的结构化数据，内容包括标准字段、标准单位、标准名称、标准编码等，输出格式为JSON、结构化表单等。输出数据可自动推送至后续分析和知识图谱构建模块，支持本地存储和接口输出。输出内容需涵盖全部检测相关的关键信息，符合标准化规范。 | | |
| 异常处理 | 对标准不匹配项、单位无法换算、名称无法规范化等情况自动标记，输出异常报告或日志，支持人工复核和修正。对异常数据设定超时与最大重试次数，确保主流程不受阻塞。 | | |
| 性能约束 | 单条数据标准化处理时间小于5秒，支持批量数据并发处理，标准化准确率≥98%，支持每日10,000条数据处理。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。实现应考虑模块解耦、接口文档规范、代码可维护性和可扩展性，支持后续标准体系升级和多格式适配等扩展需求。 | | |

##### 实现设备异常检测文本分析功能（SBYCJCJSZZTP\_FUN\_WBCL\_003）

本功能对标准化后的设备异常检测文本数据进行深入分析，包括异常模式识别、趋势分析、相关性分析等，为知识发现和业务决策提供数据支撑。

设备异常检测文本分析功能需求描述见表4　。

1. 设备异常检测文本分析功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBYCJCJSZZTP\_FUN\_WBCL\_003 | 需求名称 | 设备异常检测文本分析 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 本功能基于标准化后的设备异常检测结构化数据，自动进行多维度的数据分析，包括异常模式识别、趋势分析、相关性分析、统计计算等。通过分析设备异常发生的频率、类型分布、参数变化趋势等，挖掘潜在的异常规律和影响因素，为知识发现和业务决策提供数据支撑。分析结果可生成详细的分析报告、统计结果和可视化图表，支持多维度筛选和交互式分析，提升异常检测的智能化和科学化水平。 | | |
| 前提与约束 | 已完成数据标准化处理，输入数据质量满足分析要求，系统已配置相关分析模型和算法。 | | |
| 上一级需求标识 | SBYCJCJSZZTP\_FUN\_WBCL\_002 | | |
| 输入 | 标准化后的设备异常检测结构化数据，包括设备信息、异常类型、检测参数、结论等，格式为JSON、表单等结构化数据。输入需满足分析模型的基本要求，字段完整、内容准确。 | | |
| 处理 | 分析流程包括：1. 异常模式识别，自动归类异常类型和发生模式；2. 趋势分析，统计异常事件随时间、设备、参数等维度的变化趋势；3. 相关性分析，挖掘设备、参数、异常类型之间的关联关系；4. 统计计算，生成各类统计指标和分布图表；5. 分析结果校验，自动标记异常或缺失数据，输出分析报告和可视化结果。 | | |
| 输出 | 分析报告、统计结果、可视化图表等，内容包括异常类型分布、趋势变化、相关性分析结果等。输出格式为PDF、Excel、图表等，支持自动推送至知识图谱和业务决策模块。 | | |
| 异常处理 | 数据缺失、异常或分析失败时自动标记并输出异常报告，支持人工复核和修正。对分析超时或异常情况设定最大重试次数，确保主流程不受阻塞。 | | |
| 性能约束 | 支持批量分析，单次分析响应时间小于10秒，分析准确率≥95%，支持每日10,000条数据分析。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。实现应考虑模块解耦、接口文档规范、代码可维护性和可扩展性，支持后续分析模型升级和多格式适配等扩展需求。 | | |

##### 实现设备异常检测文本数据实体识别功能（SBYCJCJSZZTP\_FUN\_WBCL\_004）

本功能实现对文本数据中的关键实体（如设备、异常类型、检测参数、人员等）的自动识别与标注，支撑后续的知识图谱实体构建。

设备异常检测文本数据实体识别功能需求描述见表5　。

1. 设备异常检测文本数据实体识别功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBYCJCJSZZTP\_FUN\_WBCL\_004 | 需求名称 | 设备异常检测文本数据实体识别 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能旨在通过自然语言处理技术，自动从标准化的设备异常检测文本数据中识别和标注关键实体，如设备名称、异常现象、具体参数、操作人员、时间地点等。准确的实体识别是构建高质量知识图谱的基础，能够为后续的关系抽取、知识推理和智能问答等应用提供结构化的实体信息。系统需支持多种实体类型的识别，并能处理实体在文本中的不同表述形式，提升实体识别的召回率和准确率。 | | |
| 前提与约束 | 已完成文本数据的标准化处理，输入数据格式符合要求。具备预定义的实体类型体系和相关的实体识别模型或规则库。系统对文本语言（如中文、英文）有明确的处理能力。 | | |
| 上一级需求标识 | SBYCJCJSZZTP\_FUN\_WBCL\_003 | | |
| 输入 | 标准化后的设备异常检测结构化数据，通常为JSON或类似格式，包含需要进行实体识别的文本字段。例如，包含故障描述、操作日志、检测报告等文本内容的数据记录。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 文本预处理，如分词、词性标注等（视具体模型而定）。2. 应用实体识别模型（如CRF、BiLSTM-CRF、Transformer等）或规则引擎进行实体边界识别和类型分类。3. 实体消歧，处理一词多义或实体指代问题，确保实体的唯一性和准确性。4. 对识别结果进行置信度评估，并进行必要的后处理和校正。5. 输出带有实体标注信息的数据。 | | |
| 输出 | 包含实体类型、实体名称、在文本中的位置（起始、结束位置）、识别置信度等信息的结构化数据。例如，JSON格式的实体列表，每个实体包含上述属性。这些数据将作为关系抽取和知识图谱构建的输入。 | | |
| 异常处理 | 对于识别置信度较低的实体，系统应进行标记，并可配置告警或转入人工辅助复核流程。处理无法解析的文本或格式错误的数据时，记录错误日志并跳过，不影响批量处理的继续进行。 | | |
| 性能约束 | 单条文本记录的实体识别平均处理时间应小于5秒。对于批量处理任务，系统应支持并发处理，确保整体处理效率。实体识别的准确率（F1值）应不低于95%。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs，可集成开源NLP工具包（如Stanford NLP, spaCy, HanLP等）或自研模型。设计上应考虑模型的可替换性和可更新性，支持持续优化实体识别效果。接口设计应清晰，易于集成。 | | |

##### 实现设备异常检测文本数据关系识别功能（SBYCJCJSZZTP\_FUN\_WBCL\_005）

本功能实现对文本数据中各类实体之间关系的自动识别，包括设备与异常、异常与检测参数之间的逻辑和业务关联。。

设备异常检测文本数据关系识别功能需求描述见表6　。

1. 设备异常检测文本数据关系识别功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBYCJCJSZZTP\_FUN\_WBCL\_005 | 需求名称 | 设备异常检测文本数据关系识别 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能旨在基于已识别出的实体，自动从文本数据中抽取这些实体之间存在的语义关系，如“设备A发生故障B”、“故障B导致参数C异常”等。准确的关系抽能揭示实体间的关联，是构建知识图谱网络结构的核心步骤，为知识推理和复杂查询提供支持。系统需支持预定义关系类型的抽取，并能处理句子结构的多样性和复杂性。 | | |
| 前提与约束 | 已完成文本数据的实体识别，并获得带有实体标注信息的数据。具备预定义的关系类型体系（本体库）以及相应的关系抽取模型或规则。 | | |
| 上一级需求标识 | SBYCJCJSZZTP\_FUN\_WBCL\_004 | | |
| 输入 | 带有实体类型和位置标注的文本数据。通常为JSON格式，其中包含原始文本及该文本中已识别出的实体列表及其详细信息。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 候选关系对生成，根据预定义的关系类型和实体类型约束，在句子或段落中筛选可能的实体对。2. 特征工程，提取实体对的上下文词汇、句法结构（如依存句法树）、实体间距离等特征。3. 应用关系抽取模型（如基于规则、基于机器学习分类器、基于神经网络如PCNN、BERT等）对候选关系进行分类判断。4. 对抽取出的关系进行置信度评估和筛选。5. 输出结构化的关系三元组（或多元组）。 | | |
| 输出 | 结构化的关系列表，通常表现为（头实体，关系类型，尾实体）的三元组形式，并包含关系来源文本、置信度等信息。例如，JSON格式的关系列表，用于知识图谱的边构建。 | | |
| 异常处理 | 对于置信度较低的关系，系统应进行标记，并可配置告警或转入人工辅助复核流程。处理无法识别关系或实体对不符合预设模式的情况，记录日志并继续处理。 | | |
| 性能约束 | 单条记录中关系抽取的平均处理时间应小于5秒。关系抽取的准确率（F1值）应不低于90%（针对预定义关系类型）。支持批量处理。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs，可集成NLP库和机器学习框架。设计应支持关系抽取模型的灵活配置和更新，以及对新关系类型的扩展。 | | |

##### 实现设备异常检测文本数据结构化处理功能（SBYCJCJSZZTP\_FUN\_WBCL\_006）

本功能将识别后的实体和关系数据进一步结构化，形成可直接用于知识图谱构建的数据模型和数据格式。

设备异常检测文本数据结构化处理功能需求描述见表7　。

1. 设备异常检测文本数据结构化处理功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBYCJCJSZZTP\_FUN\_WBCL\_006 | 需求名称 | 设备异常检测文本数据结构化处理 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 本功能将前序识别得到的实体和关系数据进行进一步结构化处理，生成符合知识图谱构建要求的数据模型和数据格式。通过数据清洗、结构化建模、格式转换等流程，确保数据能够无缝对接知识图谱系统。支持多种结构化输出格式（如RDF、JSON-LD等），自动校验结构化结果的完整性和准确性，发现异常项自动标记并输出异常报告。结构化处理过程应支持批量和单条数据的高效处理，保障数据的高质量输出和后续知识图谱构建的顺利进行。 | | |
| 前提与约束 | 已完成实体与关系抽取，输入数据需满足结构化建模的基本要求，字段完整、内容可解析，系统已配置相关结构化建模规则和格式转换模板，以及目标知识图谱的Schema定义。 | | |
| 上一级需求标识 | SBYCJCJSZZTP\_FUN\_WBCL\_005 | | |
| 输入 | 包含已识别实体列表和关系列表的中间数据。这些数据通常以JSON或其他半结构化格式存在，详细描述了文本中提取的知识片段。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 数据清洗与校验：去除冗余信息，校验实体和关系的完整性与一致性。2. 实体与关系规范化：根据知识图谱Schema，对实体名称、属性和关系类型进行统一和映射。3. 数据模型转换：将提取的实体和关系转换为目标知识图谱系统所接受的格式，如生成RDF三元组、属性图的节点和边属性，或JSON-LD文档。4. 唯一标识符（URI）生成：为实体和关系生成全局唯一的标识符。5. 元数据添加：附加必要的元数据信息，如数据来源、提取时间、置信度等。 | | |
| 输出 | 符合知识图谱导入规范的结构化数据文件（如RDF/XML, Turtle, N-Triples, JSON-LD等格式）或直接通过API推送到知识图谱数据库。输出数据应严格遵循预定义的知识图谱Schema。 | | |
| 异常处理 | 对于格式转换失败、数据不符合Schema约束、或关键信息缺失的情况，系统应记录详细错误日志，并可选择将问题数据隔离处理，或提示人工介入修正。确保主流程的健壮性。 | | |
| 性能约束 | 单条记录的结构化处理延迟应小于10秒。系统需支持大规模数据的批量转换，准确率（符合Schema定义的比例）应达到98%以上。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用模块化设计，支持不同知识图谱Schema和输出格式的灵活配置。处理过程应具备良好的可扩展性，以适应未来数据模型和格式的变化。 | | |

##### 实现根据设备异常检测文本结构化数据构建知识图谱功能（SBYCJCJSZZTP\_FUN\_WBCL\_007）

本功能实现基于结构化数据自动构建设备异常检测领域知识图谱，包括实体、关系及属性的存储、索引、检索和可视化等。

设备异常检测文本结构化数据构建知识图谱功能需求描述见表8　。

1. 设备异常检测文本结构化数据构建知识图谱功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBYCJCJSZZTP\_FUN\_WBCL\_007 | 需求名称 | 根据设备异常检测文本结构化数据构建知识图谱 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 本功能基于结构化处理后的设备异常检测数据，自动构建领域知识图谱，实现实体、关系、属性的高效存储、索引、检索和可视化。支持多类型实体和多粒度关系的自动映射，自动生成知识图谱节点和边，支持图谱的动态扩展和实时更新。知识图谱构建过程应支持批量和增量数据的高效处理，自动校验图谱构建结果的完整性和准确性，发现异常项自动标记并输出异常报告。支持知识图谱的可视化展示、交互式检索和多维度分析，提升知识服务和智能应用能力。 | | |
| 前提与约束 | 已完成文本数据的结构化处理，获得了符合知识图谱Schema定义的标准数据。已选择并部署了合适的图数据库（如Neo4j, JanusGraph, Virtuoso等）或知识图谱平台。网络通畅，具备数据库写入权限。 | | |
| 上一级需求标识 | SBYCJCJSZZTP\_FUN\_WBCL\_006 | | |
| 输入 | 结构化图谱数据，通常为RDF三元组文件（如Turtle, N-Triples）、属性图的节点/边列表（如CSV, JSON），或通过API传入的JSON-LD等格式数据。数据内容包含实体及其属性、实体间的关系及其属性。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 数据加载：将结构化数据批量或增量导入到图数据库中。2. Schema映射与验证：确保导入数据与图数据库中定义的Schema一致。3. 实体与关系创建：在图数据库中创建节点（实体）和边（关系），并赋予相应的属性。4. 索引构建：为实体属性和关系类型创建索引，以优化查询性能。5. 数据一致性检查与冲突消解：处理可能出现的重复实体或关系，进行合并或更新。6. 提供图谱数据统计和监控接口。 | | |
| 输出 | 一个持久化的、可查询的设备异常检测知识图谱实例。系统应提供API接口供上层应用查询和使用图谱数据。同时，可提供基础的可视化界面展示图谱的概览和基本节点关系。 | | |
| 异常处理 | 对于数据导入过程中的错误（如格式错误、违反Schema约束、数据库连接失败等），系统应记录详细日志，并支持错误数据的重试或隔离机制。构建失败时应能回滚或部分回滚，保证图谱数据的完整性。 | | |
| 性能约束 | 对于万级实体和关系的数据量，首次构建时间应在可接受范围内（例如，小时级别，具体取决于数据复杂度和硬件）。增量更新应能实现秒级或分钟级响应。图谱查询平均延迟应小于1秒。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs，并与选定的图数据库技术栈紧密集成。设计应考虑数据导入的原子性和幂等性，支持图谱的版本管理和备份恢复。 | | |

#### 知识图谱管理（SBYCJCJSZZTP\_FUN\_ZSTPGL）

##### 实现设备异常检测知识图谱实体编辑功能（SBYCJCJSZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_001）

支持对知识图谱中已存在实体的属性、标签、描述等进行编辑和维护，确保图谱内容的准确性和时效性。。

设备异常检测知识图谱实体编辑功能需求描述见表9　。

1. 设备异常检测知识图谱实体编辑功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBYCJCJSZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_001 | 需求名称 | 设备异常检测知识图谱实体编辑 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能为授权用户提供一个交互界面或API，允许对知识图谱中已存在的实体进行修改。可编辑内容包括实体的属性值、标签（类型）、描述信息等。此功能对于维护知识图谱的准确性、完整性和时效性至关重要，例如修正错误数据、补充缺失信息或更新实体状态。编辑操作应记录审计日志，支持版本追溯。 | | |
| 前提与约束 | 用户需具有相应的编辑权限。待编辑实体必须已存在于知识图谱中。编辑操作需符合知识图谱的Schema约束（如属性的数据类型、取值范围等）。 | | |
| 上一级需求标识 | SBYCJCJSZZTP\_FUN\_WBCL\_007 | | |
| 输入 | 待编辑实体的唯一标识符（URI或ID）。需要修改的属性名、标签或描述。新的属性值或内容。用户的身份验证信息。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 用户身份与权限校验。2. 根据实体标识符检索实体。3. 验证用户输入的新数据是否符合Schema约束。4. 更新图数据库中对应实体的属性、标签或描述。5. 记录操作日志，包括操作人、时间、修改前后的内容。6. （可选）触发相关的知识图谱一致性检查或更新任务。 | | |
| 输出 | 编辑操作成功或失败的状态反馈。若成功，可返回更新后的实体信息。若失败，返回具体的错误原因（如权限不足、实体不存在、数据格式错误等）。 | | |
| 异常处理 | 若编辑操作因并发冲突、数据库错误等原因失败，系统应能安全回滚，并向用户提示错误信息。对于不符合Schema的编辑尝试，应明确拒绝并给出提示。 | | |
| 性能约束 | 单个实体的编辑操作响应时间应小于1秒。系统应能处理高并发的编辑请求，并保证数据的一致性。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs，与图数据库API集成。界面设计应友好易用，提供清晰的编辑表单和校验提示。API接口应遵循RESTful等标准设计。 | | |

##### 实现设备异常检测知识图谱实体新增功能（SBYCJCJSZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_002）

支持用户向知识图谱中新增设备、异常类型等实体，扩展知识图谱内容。

设备异常检测知识图谱实体新增功能需求描述见表10　。

1. 设备异常检测知识图谱实体新增功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBYCJCJSZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_002 | 需求名称 | 设备异常检测知识图谱实体新增 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能允许授权用户通过界面或API向知识图谱中手动或批量添加新的实体，如新的设备型号、未曾记录的异常类型、相关部件或参数等。这是扩展知识图谱覆盖范围、丰富知识内容的重要手段。新增实体时需指定其类型（标签）和必要的属性。系统应支持实体唯一性校验，防止重复添加。 | | |
| 前提与约束 | 用户需具有新增实体的权限。新增实体的信息需符合知识图谱预定义的Schema，包括实体类型、必需属性及其数据类型等。批量新增时，输入文件格式需符合约定。 | | |
| 上一级需求标识 | SBYCJCJSZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_001 | | |
| 输入 | 对于手动新增：实体类型（标签）、各属性的名称和值。对于批量新增：包含多个实体信息的结构化文件（如CSV、JSON），每条记录代表一个实体及其属性。用户的身份验证信息。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 用户身份与权限校验。2. 验证输入数据是否符合Schema约束。3. （可选）进行实体唯一性检查，如基于关键属性组合判断实体是否已存在。4. 在图数据库中创建新的实体节点，并赋予其类型和属性。5. 为新实体生成唯一标识符（URI或ID）。6. 记录操作日志。7. 更新相关索引。 | | |
| 输出 | 新增操作成功或失败的状态反馈。若成功，可返回新创建实体的标识符和基本信息。若失败，返回具体的错误原因（如权限不足、数据校验失败、实体已存在等）。批量新增时，可返回各条记录的处理结果。 | | |
| 异常处理 | 若新增操作因数据库错误等原因失败，系统应能确保不产生不完整的实体数据。对于违反唯一性约束的尝试，应明确拒绝。批量导入时，部分记录失败不应中断整个任务，应记录失败记录并继续处理其余记录。 | | |
| 性能约束 | 单个实体的新增操作响应时间应小于1秒。批量新增功能应能高效处理大规模数据，例如每秒处理数百至数千条实体记录（具体取决于数据复杂度和硬件）。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs，与图数据库API集成。界面应提供清晰的表单引导用户输入实体信息。API接口应支持单个及批量新增操作。 | | |

##### 实现设备异常检测知识图谱实体删除功能（SBYCJCJSZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_003）

可对知识图谱中的无效或过时实体进行删除，保持图谱内容的准确性与实时性。

设备异常检测知识图谱实体删除功能需求描述见表11　。

1. 设备异常检测知识图谱实体删除功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBYCJCJSZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_003 | 需求名称 | 设备异常检测知识图谱实体删除 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能允许授权用户从知识图谱中删除指定的实体。删除操作对于移除不再有效、错误录入或过时的信息至关重要，有助于保持知识图谱的整洁和准确。系统在执行删除前应进行依赖检查，例如检查该实体是否与其他实体存在关联关系，并根据策略决定是否允许删除或如何处理这些关联关系（如级联删除或置空）。 | | |
| 前提与约束 | 用户需具有删除实体的权限。待删除实体必须存在于知识图谱中。系统应明确删除策略，特别是对于存在关联关系的实体的处理方式。 | | |
| 上一级需求标识 | SBYCJCJSZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_002 | | |
| 输入 | 待删除实体的唯一标识符（URI或ID）。用户的身份验证信息。可能需要用户确认删除操作，特别是当实体存在关联关系时。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 用户身份与权限校验。2. 根据实体标识符检索实体。3. 检查实体的关联关系。根据预设策略，如果存在关键依赖关系且不允许删除，则终止操作并提示用户。4. 如果允许删除，则从图数据库中移除该实体节点及其所有属性。5. 根据策略处理与该实体相关的边（关系），可能包括删除这些边。6. 记录操作日志。7. 更新相关索引。 | | |
| 输出 | 删除操作成功或失败的状态反馈。若成功，确认实体已被删除。若失败，返回具体的错误原因（如权限不足、实体不存在、存在不可删除的依赖关系等）。 | | |
| 异常处理 | 若删除操作因数据库错误等原因失败，系统应能确保知识图谱状态回滚到操作前。对于试图删除受保护或关键依赖实体的操作，应明确阻止并给出解释。 | | |
| 性能约束 | 单个实体的删除操作响应时间应小于1秒（不包括复杂的依赖检查时间）。系统应能处理高并发的删除请求。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs，与图数据库API集成。界面操作时应提供明确的警告和确认步骤，防止误删除。API接口应清晰明了。 | | |

##### 实现设备异常检测知识图谱关系新增功能（SBYCJCJSZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_004）

支持设备异常检测知识图谱中新业务关系的手动或批量添加，完善知识图谱的关联性。

设备异常检测知识图谱关系新增功能需求描述见表12　。

1. 设备异常检测知识图谱关系新增功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBYCJCJSZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_004 | 需求名称 | 设备异常检测知识图谱关系新增 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能允许授权用户在知识图谱中已存在的两个实体之间手动或批量创建新的关系（边）。这对于表达实体间新发现的联系、补充业务逻辑或修正不完整的图谱结构至关重要。新增关系时需指定关系的类型（标签）以及可能的属性。系统应校验头实体、尾实体是否存在，以及关系类型是否符合Schema定义。 | | |
| 前提与约束 | 用户需具有新增关系的权限。关系所连接的头实体和尾实体必须已存在于知识图谱中。新增关系需符合知识图谱预定义的Schema，包括关系类型、允许连接的实体类型、关系属性及其数据类型等。 | | |
| 上一级需求标识 | SBYCJCJSZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_003 | | |
| 输入 | 头实体的唯一标识符。尾实体的唯一标识符。关系类型（标签）。（可选）关系的属性名和属性值。用户的身份验证信息。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 用户身份与权限校验。2. 验证头实体和尾实体是否存在。3. 验证输入的关系类型和属性是否符合Schema约束。4. 在图数据库中创建连接头实体和尾实体的新边，并赋予其类型和属性。5. 记录操作日志。6. （可选）更新相关索引或触发一致性检查。 | | |
| 输出 | 新增关系操作成功或失败的状态反馈。若成功，可返回新创建关系的信息。若失败，返回具体的错误原因（如权限不足、实体不存在、数据校验失败、关系已存在且不允许重复等）。 | | |
| 异常处理 | 若新增关系操作因数据库错误等原因失败，系统应能确保不产生不完整的关系数据。对于试图创建不符合Schema或连接不存在实体的关系，应明确拒绝。 | | |
| 性能约束 | 单个关系的新增操作响应时间应小于1秒。批量新增功能应能高效处理大规模关系数据。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs，与图数据库API集成。界面应提供便捷的方式选择实体和关系类型。API接口应支持单个及批量新增关系操作。 | | |

##### 实现设备异常检测知识图谱动态化展示功能（SBYCJCJSZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_005）

以动态可视化的方式展示设备异常检测知识图谱内容，支持图谱内容的检索、过滤、联动展示与交互分析。

设备异常检测知识图谱动态化展示功能需求描述见表2　。

1. 设备异常检测知识图谱动态化展示功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBYCJCJSZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_005 | 需求名称 | 设备异常检测知识图谱动态化展示 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能提供一个交互式的可视化界面，用于展示设备异常检测知识图谱的结构和内容。用户可以通过该界面浏览实体及其关系，进行图谱的检索、过滤、节点展开/折叠、路径发现等操作。动态化展示有助于用户直观理解复杂的知识关联，发现潜在模式，并支持交互式分析。系统应支持大规模图谱的高效渲染和流畅交互。 | | |
| 前提与约束 | 知识图谱数据已构建并存储在可查询的图数据库中。前端具备相应的图可视化渲染库（如D3.js, Cytoscape.js, ECharts GL等）。用户具有访问和查询知识图谱的权限。 | | |
| 上一级需求标识 | SBYCJCJSZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_004 | | |
| 输入 | 用户的检索关键词（用于搜索实体或关系）。过滤条件（如实体类型、关系类型、属性值范围等）。用户的交互操作（如点击节点、拖拽、缩放等）。（可选）初始展示的中心实体或子图范围。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 根据用户输入或默认设置，向图数据库发起查询请求（如Cypher, Gremlin, SPARQL）。2. 获取查询结果（实体节点和关系边的数据）。3. 对数据进行预处理，转换为可视化库所需的格式。4. 应用布局算法（如力导向布局、层次布局等）计算节点位置。5. 在前端动态渲染图谱，展示节点、边、标签和属性。6. 响应用户的交互操作，如高亮显示、信息提示框、节点扩展（查询并展示邻居节点）等。7. 支持图谱的缩放、平移、概览等导航功能。 | | |
| 输出 | 在Web界面上动态展示的知识图谱可视化结果。用户可以通过界面查看实体和关系的详细信息，并进行交互式探索。 | | |
| 异常处理 | 对于大规模图谱数据，应采用按需加载、懒加载、聚合显示等策略，避免浏览器卡顿或崩溃。查询超时或图数据库连接失败时，应向用户给出友好提示。渲染异常时，记录日志并尝试恢复或提示用户。 | | |
| 性能约束 | 万级节点和边的图谱应能在数秒内完成初始渲染（或核心部分渲染）。用户交互操作（如节点点击、扩展）的响应延迟应小于1秒。保证在高并发访问下系统的稳定性和响应速度。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java（后端API）、Vue、Nodejs（前端），集成图可视化库。前后端分离架构。后端提供高效的图数据查询API。前端优化渲染性能和用户体验。 | | |

#### 接入仿真模拟系统（SBYCJCJSZZTP\_FUN\_FSXT）

本模块负责设备异常检测知识图谱与仿真模拟系统的数据交互、预处理、信息展示等，支持仿真场景下的知识支撑与数据闭环。

##### 实现设备仿真模拟系统异常检测操作数据交互功能（SBYCJCJSZZTP\_FUN\_FSXT\_001）

实现设备仿真模拟系统与知识图谱的数据交互，包括异常检测操作数据的采集、同步与接口通信。

设备仿真模拟系统异常检测操作数据交互功能需求描述见表14　。

1. 设备仿真模拟系统异常检测操作数据交互功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBYCJCJSZZTP\_FUN\_FSXT\_001 | 需求名称 | 设备仿真模拟系统异常检测操作数据交互 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能负责建立设备异常检测知识图谱系统与外部设备仿真模拟系统之间的双向数据通信链路。它能够从仿真系统中采集异常检测相关的操作数据、事件数据、参数数据等，并将其同步到知识图谱系统进行处理和存储。反之，知识图谱系统也可以向仿真系统提供知识支持，如推送故障诊断规则、推荐操作序列等。数据交互需保证实时性、准确性和安全性。 | | |
| 前提与约束 | 仿真模拟系统和知识图谱系统均已部署并正常运行。双方已定义并开放数据交互接口（如REST API、消息队列、WebSocket等）。网络连接通畅，并已配置必要的认证授权机制。数据格式和通信协议已达成一致。 | | |
| 上一级需求标识 | SBYCJCJSZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_005 | | |
| 输入 | 从仿真系统输入：实时或批量的设备状态数据、传感器读数、操作员指令、故障注入事件、仿真日志等。从知识图谱系统输入：查询请求、知识片段（如规则、案例）、配置参数等。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 接口连接与认证：建立与对方系统的安全连接。2. 数据请求与订阅：根据配置向仿真系统请求数据或订阅特定事件。3. 数据接收与解析：接收来自仿真系统的数据，并按照预定格式进行解析。4. 数据格式转换与适配：将接收到的数据转换为知识图谱系统内部可处理的格式，或将知识图谱数据转换为仿真系统可识别的格式。5. 数据发送与确认：向对方系统发送数据，并处理响应确认。6. 通信链路监控与异常处理：实时监控数据交互状态，处理通信中断、超时等异常。 | | |
| 输出 | 向知识图谱系统输出：经过初步解析和格式化的仿真数据，供后续预处理和知识构建使用。向仿真系统输出：知识图谱提供的决策支持信息、查询结果等。数据同步的状态反馈和日志。 | | |
| 异常处理 | 通信失败时，系统应支持自动重试机制，并记录详细错误日志。对于无法解析或格式错误的数据，应进行标记并通知相关人员。接口版本不兼容或认证失败时，应明确提示并阻止后续交互。 | | |
| 性能约束 | 对于实时数据流，数据同步延迟应控制在2秒以内。系统应能处理仿真系统产生的高频数据，保证数据交互的吞吐量满足业务需求。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用标准化的接口协议（如OpenAPI, AMQP）。设计应考虑接口的松耦合和可扩展性，以适应不同仿真系统的接入。数据传输过程应考虑加密等安全措施。 | | |

##### 实现设备仿真模拟系统异常检测操作数据预处理、存储功能（SBYCJCJSZZTP\_FUN\_FSXT\_002）

实现仿真系统异常检测操作数据的预处理、清洗与结构化存储，保障后续分析和知识融合。

设备仿真模拟系统异常检测操作数据预处理、存储功能需求描述见表15　。

1. 设备仿真模拟系统异常检测操作数据预处理、存储功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBYCJCJSZZTP\_FUN\_FSXT\_002 | 需求名称 | 设备仿真模拟系统异常检测操作数据预处理、存储 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能对从设备仿真模拟系统交互获取的原始操作数据进行一系列预处理操作，包括数据清洗（去除噪声、处理缺失值、消除冗余）、数据变换（如单位转换、归一化）、数据标准化（统一格式和编码），以及特征提取等。预处理后的数据将被结构化地存储起来，为后续的知识图谱构建、数据分析、模型训练等提供高质量、规范化的数据源。 | | |
| 前提与约束 | 已通过数据交互功能（SBYCJCJSZZTP\_FUN\_FSXT\_001）成功获取到仿真系统的原始数据。已定义清晰的数据预处理规则、清洗策略和目标存储结构（如数据库表结构、数据仓库Schema）。 | | |
| 上一级需求标识 | SBYCJCJSZZTP\_FUN\_FSXT\_001 | | |
| 输入 | 从仿真系统采集到的原始异常检测操作数据，可能包含多种格式（如日志文本、时序数据、事件记录等），数据质量可能参差不齐。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 数据质量评估：初步检查数据的完整性、一致性、准确性。2. 数据清洗：根据规则处理缺失值（如插值、删除）、异常值（如平滑、剔除）、重复数据。3. 数据变换与集成：进行必要的单位转换、数据类型转换、时间戳对齐；若数据来自多源，进行集成。4. 数据标准化与规范化：将数据统一到标准格式、编码和命名规范。5. （可选）特征工程：根据分析需求提取有意义的特征。6. 结构化存储：将预处理后的数据加载到指定的数据库（关系型、NoSQL、时序数据库等）或数据湖中。 | | |
| 输出 | 清洗、转换并结构化存储后的高质量仿真操作数据。存储的数据应易于查询和访问，并附带元数据信息（如数据来源、处理时间、预处理规则版本等）。 | | |
| 异常处理 | 对于无法通过预处理规则自动修正的数据异常（如关键信息严重缺失、格式严重错误），系统应记录错误详情，并可配置告警通知人工介入。预处理流程应具备容错性，单条记录处理失败不应影响其他数据。 | | |
| 性能约束 | 批量数据的预处理和存储延迟应小于5秒（针对中等规模数据批次）。系统应能高效处理大规模仿真数据集，支持每日TB级别数据的处理和存储能力（视具体应用场景）。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs，可结合ETL工具或大数据处理框架（如Spark, Flink）。预处理规则和存储Schema应可配置。存储方案应考虑数据的查询效率、扩展性和成本。 | | |

##### 实现设备模拟仿真系统异常检测操作信息展示功能，结合知识图谱展示设备异常检测操作信息（SBYCJCJSZZTP\_FUN\_FSXT\_003）

结合知识图谱，动态展示仿真系统中的设备异常检测操作信息，实现仿真与知识的联动可视化。

设备模拟仿真系统异常检测操作信息展示功能需求描述见表16　。

1. 设备模拟仿真系统异常检测操作信息展示功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBYCJCJSZZTP\_FUN\_FSXT\_003 | 需求名称 | 设备模拟仿真系统异常检测操作信息展示 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能旨在将设备仿真模拟系统产生的异常检测操作信息（如故障演化过程、参数变化、操作员干预等）与知识图谱中的相关知识（如设备结构、故障模式、诊断规则等）进行融合，并通过统一的可视化界面进行动态展示。用户可以直观地观察仿真过程，并同时获取知识图谱提供的上下文解释和关联信息，从而增强对异常事件的理解、分析和决策能力。 | | |
| 前提与约束 | 仿真系统的操作数据已通过预处理（SBYCJCJSZZTP\_FUN\_FSXT\_002）并可供访问。知识图谱已构建并包含与仿真场景相关的设备和异常知识。已开发或集成了能够同时展示时序数据、事件流和图谱结构的可视化组件。 | | |
| 上一级需求标识 | SBYCJCJSZZTP\_FUN\_FSXT\_002 | | |
| 输入 | 经过预处理的仿真异常检测操作数据（如时间序列参数、事件日志）。用户选择的仿真场景或关注的特定时间段/事件。相关的知识图谱查询请求（用于获取设备拓扑、故障定义等）。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 数据同步与对齐：实时或准实时获取仿真数据，并与知识图谱中的时间轴或事件点进行对齐。2. 知识关联与增强：将仿真数据中的实体（如设备ID、参数名）与知识图谱中的对应节点进行链接；根据仿真事件触发知识图谱查询，获取相关背景知识。3. 融合可视化渲染：在统一界面上，结合时间轴、仪表盘、拓扑图等多种视图，动态展示仿真参数变化、事件发生，并高亮显示知识图谱中相关的实体、关系或推理路径。4. 交互式探索：支持用户在可视化界面上进行缩放、平移、筛选、点击查询等操作，以深入分析仿真过程和相关知识。 | | |
| 输出 | 一个集成的、动态的可视化展示界面。该界面能够清晰地呈现仿真过程中的异常检测操作信息，并辅以知识图谱提供的上下文信息和智能分析结果。 | | |
| 异常处理 | 若仿真数据与知识图谱数据无法有效关联（如ID不匹配、知识缺失），应在界面上给出提示。可视化组件渲染大规模数据或复杂关联时，应进行性能优化，避免卡顿。数据同步延迟或失败时，应有明确的状态指示。 | | |
| 性能约束 | 仿真数据与知识图谱信息的联动展示延迟应小于2秒。界面交互应流畅，复杂查询和渲染操作应在可接受时间内完成。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java（后端API）、Vue、Nodejs（前端），集成高级可视化库（如图表库、时序图库、图可视化库）。前后端分离。后端负责数据融合和查询。前端负责动态渲染和交互逻辑。 | | |

### 设备功能测试方法知识图谱

设备功能测试方法知识图谱系统旨在实现对设备功能测试相关的多源异构数据进行采集、处理、标准化、分析、测试方法与参数、实体与关系识别，并以结构化形式构建知识图谱，支撑设备功能测试的数据治理、知识发现、智能推理与辅助决策。系统还能够与仿真模拟系统进行数据交互，提升设备功能测试管理的智能化和可视化水平。

#### 文本处理（SBGNCSFZZTP\_FUN\_SJDR）

##### 实现设备功能文本数据提取功能；（SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_001）

设备功能文本数据提取功能需求描述见表17　。

1. 设备功能文本数据提取功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_001 | 需求名称 | 设备功能文本数据提取 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能旨在通过自然语言处理及文本解析技术，自动从设备功能相关的各类文档（如设备说明书、设计文档、测试大纲、用户手册等）中提取关键功能描述、性能指标、操作条件等信息。实现对非结构化或半结构化文本的高效信息抽取，为后续的功能特征分析和测试方法关联提供结构化的原始数据输入，显著提升数据准备效率和准确性。 | | |
| 前提与约束 | 已配置并接入相关的文本数据源（如文件服务器、数据库、文档管理系统等），并具备相应的读取权限。输入的文本数据质量应达到基本可解析的程度，例如字符清晰、无严重排版错误。系统已预置或可配置针对不同文档类型的解析模板和关键词库。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL 数据导入 | | |
| 输入 | 设备功能相关的文本文件或数据流，格式包括但不限于PDF、Word文档（.doc, .docx）、纯文本（.txt）、HTML、XML等。输入源可包括测试平台自动生成文档、人工上传的各类技术资料等。输入数据需包含设备功能描述、性能参数、接口定义、操作约束等关键信息。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 自动识别输入文件格式并进行内容解析与转码。2. 文本预处理，包括分句、分段、去除无关字符和格式噪声。3. 基于规则或机器学习模型的关键词、关键短语识别与抽取，重点关注功能名称、性能参数、输入输出、约束条件等。4. 初步结构化处理，将提取的信息映射到预定义的数据字段，生成标准化的数据结构。5. 对提取结果进行初步的有效性校验和数据清洗。6. 支持批量处理和单文件处理模式，并按任务优先级进行调度。 | | |
| 输出 | 结构化或半结构化的原始数据，通常为JSON、XML或表单格式。内容应包括设备标识、功能名称、功能描述、性能指标（如响应时间、处理能力）、输入/输出参数、操作条件、约束限制等。输出数据可推送至后续的数据标准化模块或直接存入临时数据库。 | | |
| 异常处理 | 对于无法解析的文件格式、内容严重缺失或加密文档，系统应记录错误日志，并标记该数据源或文件，可选择跳过或提示人工介入。提取过程中置信度较低的信息应进行标记。系统应具备一定的容错能力，确保单个文件处理失败不影响批量任务的继续执行。 | | |
| 性能约束 | 单个典型文档（如100页PDF）的处理时间应小于10秒。系统应支持每日处理至少1,000份文档的批量导入与并发处理能力。关键信息提取的准确率（F1值）应不低于95%。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用模块化设计，方便集成不同的文本解析库（如Apache Tika, PDFBox）和NLP工具。提取规则和模型应可配置、可扩展，以适应不同类型和来源的文档。 | | |

##### 实现设备功能文本数据标准化处理功能；（SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_002）

设备功能文本数据标准化处理功能需求描述见表18　。

1. 设备功能文本数据标准化处理功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_002 | 需求名称 | 设备功能文本数据标准化处理 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能旨在对前序步骤提取的设备功能相关结构化数据进行深度标准化处理。包括统一字段命名、规范数据格式、转换度量单位、对齐术语体系（如功能名称、参数类型）、处理数据编码等，确保数据在知识图谱构建和后续分析中的一致性、准确性和可用性。 | | |
| 前提与约束 | 已完成设备功能文本数据的初步提取和结构化。系统已配置或集成了标准化的参考体系，包括标准字段词典、单位换算规则、术语同义词库、编码映射表等。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_001 | | |
| 输入 | 初步提取并结构化的设备功能数据，通常为JSON、XML或表单格式，包含功能名称、性能参数、单位、描述等字段。输入数据可能存在格式不一、术语多样、单位混用等问题。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 字段映射与重命名：将原始字段名自动映射到标准字段体系。2. 数据类型与格式校验/转换：确保数值、日期、文本等数据类型符合标准格式。3. 单位标准化：根据预设规则自动进行度量单位的换算与统一（如将“公里/小时”统一转换为“米/秒”）。4. 术语规范化：利用同义词库、上位词库等对功能名称、参数名称等进行规范，映射到标准术语。5. 编码转换与统一：对涉及编码的字段（如设备型号、功能分类码）进行统一。6. 数据清洗：处理异常值、缺失值（根据策略填充或标记）。7. 标准化结果校验，对不符合规范或转换失败的数据进行标记。 | | |
| 输出 | 经过标准化处理后的高质量结构化数据，格式与输入类似（如JSON、XML），但内容符合统一标准。输出数据包含标准字段名、标准单位、规范化术语、统一编码等。这些数据将作为后续文本分析和知识图谱构建的直接输入。 | | |
| 异常处理 | 对于无法自动标准化的数据项（如未知单位、无法匹配的术语），系统应进行标记，并输出详细的异常报告或日志，支持人工审核和修正流程。标准化过程中发生错误应有回滚机制或隔离处理，不影响其他数据的处理。 | | |
| 性能约束 | 单条数据记录的标准化处理时间应小于5秒。系统应支持每日处理至少10,000条记录的批量并发处理。标准化操作的准确率（符合标准的比例）应不低于98%。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。标准化规则库、词典、映射表等应设计为可配置、可动态更新的模块。处理逻辑应清晰，易于维护和扩展，以适应标准体系的演进。 | | |

##### 实现设备功能文本分析功能；（SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_003）

设备功能文本分析功能需求描述见表19　。

1. 设备功能文本分析功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_003 | 需求名称 | 设备功能文本分析 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 本功能基于标准化后的设备功能数据，运用文本分析和数据挖掘技术，进行多维度的数据洞察。包括功能点聚类、功能依赖关系分析、功能覆盖度评估、功能演进趋势分析、功能与性能参数的关联性分析等，旨在从大量功能描述中挖掘深层信息和潜在规律，为功能设计优化、测试策略制定和知识发现提供数据支撑。 | | |
| 前提与约束 | 已完成设备功能数据的标准化处理，输入数据质量满足分析要求。系统已配置或集成了相关的文本分析算法库、统计模型和可视化组件。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_002 | | |
| 输入 | 标准化后的设备功能结构化数据，包含规范的功能名称、描述、性能参数、分类等信息。数据格式通常为JSON、CSV或数据库表。 | | |
| 处理 | 分析流程包括：1. 功能相似度计算与聚类：基于文本语义或特征向量，对功能点进行聚类，识别相似功能簇。2. 功能依赖关系挖掘：分析功能描述中的关联词、顺序指示等，尝试发现功能间的依赖或调用关系。3. 功能覆盖度分析：对照需求规格或标准功能集，评估现有功能描述的覆盖情况。4. 趋势与演进分析：结合版本或时间信息，分析特定功能或功能簇的演变趋势。5. 关联规则挖掘：分析功能特性与性能表现、故障模式等其他数据的关联性。6. 生成分析报告、统计图表和可视化结果。 | | |
| 输出 | 分析报告（如PDF、Word）、统计结果（如Excel表格）、可视化图表（如功能依赖图、趋势曲线、聚类分布图）。内容应清晰展示分析过程、发现的规律和洞察。输出结果可供决策者参考，或作为知识图谱中复杂关系和属性的来源。 | | |
| 异常处理 | 对于数据量不足以支持有效分析、或分析结果置信度较低的情况，系统应进行提示。分析过程中出现的计算错误或算法不收敛等问题，应记录日志并尝试备用策略或参数调整。 | | |
| 性能约束 | 对于典型规模的数据集（如数千条功能记录），单次复杂分析任务的响应时间应在10秒到数分钟内（取决于分析类型和数据量）。系统应支持对分析结果的缓存和复用。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs，可集成Python数据分析库（如Scikit-learn, Pandas, NLTK）和可视化库（如Matplotlib, Plotly, ECharts）。分析模型和算法应可配置、可插拔。 | | |

##### 实现基于设备功能文本获取设备功能特征提取功能；（SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_004）

基于设备功能文本获取设备功能特征提取功能需求描述见表20　。

1. 基于设备功能文本获取设备功能特征提取功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_004 | 需求名称 | 基于设备功能文本获取设备功能特征提取 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能专注于从标准化和分析后的设备功能文本数据中，自动识别并提取结构化的功能特征。这些特征可能包括功能的关键属性、性能参数的量化值、操作的特定条件、输入输出的具体格式、功能间的层次关系等。提取的特征将用于构建知识图谱中实体的详细属性，支持更精细化的知识查询和推理。 | | |
| 前提与约束 | 已完成设备功能文本的标准化处理和初步分析。系统具备预定义的特征模板、特征词典或基于机器学习的特征提取模型。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_003 | | |
| 输入 | 标准化后的设备功能描述文本、相关分析结果（如功能聚类、依赖关系）。数据格式为结构化文本或JSON对象。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 细粒度文本解析：对功能描述进行更深层次的句法分析、语义角色标注。2. 特征模式匹配：应用预定义的正则表达式、规则模板或本体知识，从文本中匹配和抽取特定特征（如“最大吞吐量：100Mbps”）。3. 基于模型的特征提取：利用命名实体识别（NER）、关系抽取（RE）等NLP模型，识别并提取非显式定义的特征。4. 特征归一化与量化：将提取的特征值转换为标准格式和单位。5. 特征组织与结构化：将提取的多个特征组织成结构化的特征集，与对应功能关联。 | | |
| 输出 | 结构化的功能特征数据，通常为JSON格式，每个功能点关联一个特征列表，每个特征包含特征名、特征值、单位、来源等信息。这些特征数据将直接用于丰富知识图谱中“设备功能”类实体的属性。 | | |
| 异常处理 | 对于未能成功提取到预期特征或提取结果置信度较低的情况，系统应进行标记，并可纳入人工审核流程。处理过程中遇到无法解析的复杂句式或歧义表达，应记录日志。 | | |
| 性能约束 | 单条功能描述的特征提取平均处理时间应小于1秒。特征提取的准确率（针对预定义特征类型）应不低于95%。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs，可集成高级NLP库和机器学习框架。特征提取规则和模型应易于管理和更新，支持领域知识的持续注入。 | | |

##### 实现设备功能文本数据实体识别功能；（SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_005）

设备功能文本数据实体识别功能需求描述见表21　。

1. 设备功能文本数据实体识别功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_005 | 需求名称 | 设备功能文本数据实体识别 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能旨在通过自然语言处理技术，自动从标准化的设备功能文本数据中识别和标注核心实体，如设备名称、功能模块、接口类型、协议标准、性能指标名称、操作指令等。准确的实体识别是构建高质量知识图谱的基础，为后续的关系抽取和知识网络构建提供原子化的知识单元。 | | |
| 前提与约束 | 已完成设备功能文本数据的标准化处理，输入数据格式符合要求。系统已配置预定义的实体类型体系（本体）和相应的实体识别模型（如CRF、BiLSTM-CRF、BERT等）或规则库（如词典、正则表达式）。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_002 | | |
| 输入 | 标准化后的设备功能结构化数据，其中包含需要进行实体识别的文本字段（如功能描述、技术规格等）。数据格式通常为JSON或包含文本列的表单数据。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 文本预处理：如分词（对中文特别重要）、词性标注。2. 实体识别：应用训练好的模型或规则集，对文本进行扫描，识别出符合预定义实体类型的词汇或短语，并标注其边界和类型。3. 实体链接与消歧（可选）：将识别出的实体链接到知识库中的已知实体，解决同名异义或异名同义问题。4. 对识别结果进行置信度评估和必要的后处理校正。5. 输出带有实体标注信息的数据。 | | |
| 输出 | 包含实体类型、实体指称（mention）、在文本中的起止位置、识别置信度等信息的结构化数据。例如，JSON格式的列表，每个元素描述一个识别出的实体及其属性。这些数据是关系抽取的前提。 | | |
| 异常处理 | 对于识别置信度较低的实体，系统应进行标记，并可配置告警或转入人工辅助复核流程。处理无法解析的文本片段或格式错误的数据时，记录错误日志并跳过，不影响批量处理的继续进行。 | | |
| 性能约束 | 单条文本记录（如一个功能描述段落）的实体识别平均处理时间应小于5秒。实体识别的综合F1值应不低于95%（针对核心实体类型）。系统应支持高并发处理。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs，可集成主流NLP工具包（如Stanford NLP, spaCy, HanLP, PaddleNLP等）或自研模型。实体类型体系和识别模型应支持动态更新和领域适应性调整。 | | |

##### 实现设备功能文本数据关系识别功能；（SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_006）

设备功能文本数据关系识别功能需求描述见表22　。

1. 设备功能文本数据关系识别功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_006 | 需求名称 | 设备功能文本数据关系识别 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能旨在基于已识别出的实体，自动从设备功能文本中抽取这些实体之间存在的语义关系，例如“功能A调用功能B”、“接口X支持协议Y”、“性能指标P的单位是Q”等。准确的关系抽取能够揭示功能、设备、接口、标准之间的复杂联系，是构建知识图谱网络结构的核心步骤。 | | |
| 前提与约束 | 已完成设备功能文本的实体识别，并获得带有实体类型和位置标注的数据。系统已配置预定义的关系类型体系（本体的一部分）以及相应的关系抽取模型（如基于规则、基于远程监督、基于神经网络如PCNN、BERT等）或模板。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_005 | | |
| 输入 | 带有实体标注信息的文本数据。通常为JSON格式，其中包含原始文本段落及段落中已识别出的实体列表（包括类型、位置等）。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 候选关系对生成：根据预定义的关系类型及其主语、宾语的实体类型约束，在句子或文本片段中筛选出可能的实体对。2. 特征工程：提取实体对的上下文词汇、词性、句法结构（如依存关系路径）、实体间距离、实体类型组合等特征。3. 关系分类：应用训练好的关系抽取模型对候选关系对进行分类，判断其是否构成预定义的关系类型之一。4. 对抽取出的关系进行置信度评估和筛选。5. 输出结构化的关系三元组（头实体，关系类型，尾实体）。 | | |
| 输出 | 结构化的关系列表，每个关系通常表示为（头实体ID/名称，关系类型，尾实体ID/名称）的三元组形式，并可包含关系来源文本、置信度、关系属性等信息。例如，JSON格式的关系列表，用于在知识图谱中创建边。 | | |
| 异常处理 | 对于置信度较低的关系，系统应进行标记，并可配置告警或转入人工辅助复核流程。处理无法识别出有效关系或实体对不符合预设关系模式的情况，记录日志并继续处理。 | | |
| 性能约束 | 单条记录中关系抽取的平均处理时间应小于5秒。针对核心关系类型，关系抽取的准确率（F1值）应不低于90%。支持批量处理。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs，可集成NLP库和机器学习框架。关系类型体系和抽取模型应支持灵活配置、更新和领域扩展。 | | |

##### 实现设备功能文本数据结构化处理功能；（SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_007）

设备功能文本数据结构化处理功能需求描述见表23　。

1. 设备功能文本数据结构化处理功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_007 | 需求名称 | 设备功能文本数据结构化处理 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 本功能负责将前序步骤中识别出的实体、提取的特征和抽取的关系数据进行整合与深化处理，将其转换为完全符合目标知识图谱Schema定义的结构化数据格式（如RDF三元组、属性图的节点和边）。此过程包括数据清洗、实体对齐、唯一标识符生成、数据模型映射等，确保数据能够无缝导入知识图谱数据库。 | | |
| 前提与约束 | 已完成设备功能文本的实体识别、特征提取和关系抽取。目标知识图谱的Schema（包括实体类型、属性定义、关系类型等）已经明确定义。系统已配置相关的映射规则和数据转换逻辑。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_006 | | |
| 输入 | 包含已识别实体列表、功能特征集和关系列表的中间数据。这些数据通常以JSON或其他半结构化格式存在，详细描述了从文本中提取的知识片段。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 数据清洗与校验：去除冗余信息，校验实体、特征和关系的完整性、一致性与逻辑合理性。2. 实体规范化与对齐：根据知识图谱Schema，对实体名称、属性和关系类型进行最终的统一和映射；处理实体同义、歧义问题，确保实体唯一性。3. URI/ID生成：为知识图谱中的每个实体和关系生成全局唯一的标识符。4. 数据模型转换：将提取的知识元素（实体、属性、关系）精确映射到目标知识图谱的节点、节点属性、边、边属性等结构。5. 格式化输出：生成符合特定图数据库导入要求的文件格式，如RDF/XML, Turtle, N-Triples, JSON-LD, 或用于属性图的CSV文件。6. 元数据附加：为结构化数据添加来源、提取时间、置信度等元数据。 | | |
| 输出 | 完全结构化的、符合知识图谱导入规范的数据文件或数据流。输出数据严格遵循预定义的知识图谱Schema，可直接用于知识图谱的构建或更新。 | | |
| 异常处理 | 对于格式转换失败、数据不符合Schema约束、或关键信息缺失导致无法完成结构化的情况，系统应记录详细错误日志，并可选择将问题数据隔离处理，或提示人工介入修正。确保主流程的健壮性。 | | |
| 性能约束 | 单条原始记录（对应一组实体、特征、关系）的结构化处理延迟应小于10秒。系统需支持大规模数据的批量转换，转换准确率（符合Schema定义的比例）应达到98%以上。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用模块化设计，支持不同知识图谱Schema和输出格式的灵活配置。处理过程应具备良好的可扩展性，以适应未来数据模型和格式的变化。 | | |

##### 实现设备测试方法文本数据提取功能；（SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_008）

设备测试方法文本数据提取功能需求描述见表24　。

1. 设备测试方法文本数据提取功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_008 | 需求名称 | 设备测试方法文本数据提取 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能专注于从设备测试方法相关的各类文档（如测试规程、测试用例说明、测试报告、验证方案等）中自动提取关键信息。提取内容包括测试目标、测试步骤、输入条件、预期输出、测试环境配置、使用工具、判定标准等，为后续测试方法的分析和知识化提供原始数据。 | | |
| 前提与约束 | 已配置并接入相关的测试方法文档数据源，具备读取权限。输入的文本数据质量应满足基本解析要求。系统已预置或可配置针对测试文档的解析模板和关键词库。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL 数据导入 | | |
| 输入 | 设备测试方法相关的文本文件或数据流，格式包括PDF、Word、Excel、纯文本、XML等。输入源可包括测试管理系统、版本控制库中的测试文档、人工上传的测试资料等。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 自动识别文件格式并进行内容解析。2. 文本预处理：分段、分句，去除无关信息。3. 关键信息抽取：利用NLP技术（如模板匹配、关键词提取、NER）识别测试目标、步骤描述、输入/输出参数、环境配置、判定依据等。4. 表格数据提取：针对测试用例表等结构化信息进行专门提取。5. 初步结构化：将提取信息映射到预定义的数据字段。6. 有效性校验和数据清洗。 | | |
| 输出 | 结构化的原始测试方法数据，通常为JSON或XML格式。内容应包括测试用例ID、测试名称、测试目的、前置条件、测试步骤（序列）、输入数据、预期结果、实际结果（若有）、通过标准、测试环境、所需工具等。 | | |
| 异常处理 | 对于无法解析的文档、关键信息严重缺失的情况，记录错误并标记，可提示人工处理。提取置信度低的信息应进行标记。单个文件处理失败不影响批量任务。 | | |
| 性能约束 | 单个典型测试文档（如50页测试规程）的处理时间应小于10秒。系统应支持每日处理至少1,000份测试文档。关键测试信息提取准确率不低于95%。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应支持多种文档格式解析，提取规则和模型应可配置和扩展，以适应不同测试文档的风格和结构。 | | |

##### 实现设备测试方法文本数据标准化处理功能；（SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_009）

设备测试方法文本数据标准化处理功能需求描述见表25　。

1. 设备测试方法文本数据标准化处理功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_009 | 需求名称 | 设备测试方法文本数据标准化处理 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能对初步提取的设备测试方法结构化数据进行深度标准化，包括统一测试术语、规范测试步骤描述风格、转换参数单位、对齐测试环境和工具的命名等，确保测试方法数据的一致性和可比性，提升数据质量以供后续分析和知识图谱构建。 | | |
| 前提与约束 | 已完成设备测试方法文本数据的初步提取。系统已配置测试领域的标准术语库、测试步骤模板、单位换算规则、标准环境/工具名录等。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_008 | | |
| 输入 | 初步提取的结构化设备测试方法数据，可能包含术语不一、描述随意、单位混用等问题。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 测试术语规范化：将测试目标、条件、动作、结果等描述中的非标准术语映射到标准词汇。2. 测试步骤结构化与规范化：对自由文本的测试步骤尝试进行结构化拆分（如操作、检查点），并统一描述风格。3. 参数与单位标准化：对测试输入/输出参数进行单位统一和数值格式规范。4. 测试环境/工具名称对齐：将文档中描述的测试环境和工具名称映射到标准名录。5. 数据清洗与校验：处理不一致或矛盾的信息。 | | |
| 输出 | 标准化后的高质量结构化测试方法数据。数据内容符合统一的测试术语、描述规范和数据格式。 | | |
| 异常处理 | 对于无法自动标准化的测试术语或步骤描述，进行标记并输出异常报告，支持人工审核。标准化过程中的错误应能被妥善处理，不污染有效数据。 | | |
| 性能约束 | 单条测试方法记录的标准化处理时间应小于5秒。系统应支持每日处理至少10,000条测试方法记录。标准化准确率应不低于98%。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。标准化规则和词库应可配置、可扩展。处理逻辑应能适应不同详细程度和风格的测试文档。 | | |

##### 实现设备测试方法文本分析功能；（SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_010）

设备测试方法文本分析功能需求描述见表26　。

1. 设备测试方法文本分析功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_010 | 需求名称 | 设备测试方法文本分析 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 本功能基于标准化后的设备测试方法数据，运用数据挖掘和统计分析技术，进行多维度分析。包括测试用例相似度分析、测试步骤模式挖掘、测试覆盖度与冗余度分析、测试输入/输出参数关联性分析、测试方法有效性评估（结合测试结果数据）等，旨在从大量测试方法中发现优化点、识别共性模式、评估测试质量。 | | |
| 前提与约束 | 已完成设备测试方法数据的标准化处理。系统已配置相关的分析算法、统计模型和可视化工具。可能需要关联设备功能数据或历史测试结果数据。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_009 | | |
| 输入 | 标准化后的设备测试方法结构化数据，包含规范的测试步骤、参数、条件、预期结果等。 | | |
| 处理 | 分析流程包括：1. 测试用例/步骤向量化与相似度计算。2. 序列模式挖掘，发现常见的测试操作序列。3. 关联规则挖掘，分析测试条件、操作与结果之间的关系。4. 测试覆盖度分析（需关联功能需求）。5. 测试冗余分析，识别重复或高度相似的测试用例。6. （若有结果数据）测试方法有效性与缺陷检出率分析。7. 生成分析报告和可视化结果。 | | |
| 输出 | 测试方法分析报告、统计图表、可视化网络图（如测试用例关联图）。内容应揭示测试方法的特性、潜在问题和优化方向。 | | |
| 异常处理 | 对于数据不足以支持有效分析的情况，应进行提示。分析结果置信度低时应标记。 | | |
| 性能约束 | 对于典型规模的测试用例集（如数千条），单次分析任务响应时间应在合理范围内（秒级到分钟级）。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs，可集成数据分析和机器学习库。分析模型和参数应可配置。 | | |

##### 实现基于设备测试方法文本获取设备测试方法特征提取功能；（SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_011）

基于设备测试方法文本获取设备测试方法特征提取 功能需求描述见表27　。

1. 基于设备测试方法文本获取设备测试方法特征提取 功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_011 | 需求名称 | 基于设备测试方法文本获取设备测试方法特征提取 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能专注于从标准化和分析后的设备测试方法文本中，自动识别并提取结构化的测试方法特征。这些特征包括测试类型（如功能测试、性能测试）、测试级别（单元、集成、系统）、关键测试技术、核心测试点、复杂度指标、依赖的特定工具或技能等。提取的特征将用于知识图谱中测试方法实体的详细描述和分类。 | | |
| 前提与约束 | 已完成设备测试方法文本的标准化处理和初步分析。系统具备预定义的测试方法特征模板、关键词典或基于机器学习的特征提取模型。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_010 | | |
| 输入 | 标准化后的设备测试方法描述文本、相关分析结果。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 深度文本解析：对测试方法描述、测试步骤等进行细致分析。2. 特征模式匹配与规则提取：应用预设规则和模式识别测试类型、级别、技术等。3. 基于模型的特征分类与提取：利用NLP模型对测试方法进行分类或提取隐式特征。4. 特征量化与结构化：将提取的特征组织成与测试方法关联的结构化特征集。 | | |
| 输出 | 结构化的测试方法特征数据，如JSON格式，每个测试方法关联一组特征（特征名、特征值）。这些特征用于丰富知识图谱中“测试方法”类实体的属性。 | | |
| 异常处理 | 未能成功提取预期特征或结果置信度低时应标记，并可纳入人工审核。 | | |
| 性能约束 | 单条测试方法描述的特征提取平均处理时间应小于1秒。特征提取准确率（针对预定义特征）应不低于95%。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。特征提取规则和模型应易于管理和更新。 | | |

##### 实现设备测试方法文本数据关系识别功能；（SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_012）

设备测试方法文本数据关系识别功能需求描述见表28　。

1. 设备测试方法文本数据关系识别功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_012 | 需求名称 | 设备测试方法文本数据关系识别 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能旨在基于已识别的测试方法相关实体（如测试用例、测试步骤、测试工具、被测功能等），自动从文本中抽取它们之间的关系。例如，“测试用例A覆盖功能点B”、“测试步骤X依赖工具Y”、“测试方法P适用于设备类型Z”等。这些关系是构建测试方法知识图谱网络结构的关键。 | | |
| 前提与约束 | 已完成测试方法相关文本的实体识别。系统已配置预定义的测试领域关系类型和相应的抽取模型或规则。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_013 | | |
| 输入 | 带有实体标注的测试方法文本数据。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 候选关系对生成。2. 特征工程（上下文、句法等）。3. 应用关系抽取模型进行关系分类。4. 置信度评估和筛选。5. 输出结构化关系三元组。 | | |
| 输出 | 结构化的关系列表（头实体，关系类型，尾实体），包含来源、置信度等信息。 | | |
| 异常处理 | 置信度低的关系标记并支持人工复核。无法识别关系或不符合模式的情况记录日志。 | | |
| 性能约束 | 单记录关系抽取平均处理时间<5s。核心关系类型F1值≥90%。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。关系类型和抽取模型应灵活可配。 | | |

##### 实现设备测试方法文本数据实体识别功能；（SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_013）

设备测试方法文本数据实体识别功能需求描述见表29　。

1. 设备测试方法文本数据实体识别功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_013 | 需求名称 | 设备测试方法文本数据实体识别 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能旨在从标准化的设备测试方法文本中，自动识别和标注核心实体，如测试用例ID、测试步骤动词、测试数据、测试工具名称、被测功能模块、预期结果关键词等。这些实体是构成测试方法知识图谱的基本元素。 | | |
| 前提与约束 | 已完成设备测试方法文本数据的标准化处理。系统已配置测试领域的实体类型体系和相应的识别模型或规则库。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_009 | | |
| 输入 | 标准化后的设备测试方法结构化数据，其中包含需要进行实体识别的文本字段（如测试步骤描述、预期结果等）。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 文本预处理。2. 应用实体识别模型或规则集进行实体抽取和类型标注。3. （可选）实体链接与消歧。4. 置信度评估和后处理。5. 输出带实体标注的数据。 | | |
| 输出 | 包含实体类型、实体指称、位置、置信度等信息的结构化数据。 | | |
| 异常处理 | 低置信度实体标记并支持人工复核。无法解析的文本片段记录日志。 | | |
| 性能约束 | 单条测试方法记录的实体识别平均处理时间<5s。核心实体类型F1值≥95%。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。实体类型和识别模型应支持动态更新。 | | |

##### 实现设备测试功能文本数据结构化处理功能；（SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_014）

设备测试功能文本数据结构化处理功能需求描述见表30　。

1. 设备测试功能文本数据结构化处理功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_014 | 需求名称 | 设备测试功能文本数据结构化处理 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 本功能负责将从设备功能文本和测试方法文本中分别提取并处理得到的实体、特征及关系数据进行最终的整合和结构化，形成统一的、符合目标知识图谱Schema定义的数据。此过程强调的是将功能知识与测试方法知识关联起来，例如将特定测试方法链接到其覆盖的设备功能上。 | | |
| 前提与约束 | 已完成设备功能和测试方法两类文本的实体识别、特征提取和关系抽取。目标知识图谱的Schema已定义，特别是功能与测试方法之间的关联关系类型。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_007, SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_012 | | |
| 输入 | 来自设备功能文本处理流程的结构化数据（实体、特征、关系）。来自设备测试方法文本处理流程的结构化数据（实体、特征、关系）。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 数据融合与对齐：整合两类数据源，识别并对齐共同的实体（如设备、功能模块）。2. 跨领域关系构建：根据业务逻辑和文本线索，建立功能实体与测试方法实体之间的关联关系（如“测试方法X验证功能Y”）。3. 全局数据清洗与校验：确保整合后数据的整体一致性和完整性。4. 统一URI/ID生成。5. 数据模型转换：将所有知识元素映射到最终的知识图谱结构。6. 格式化输出。 | | |
| 输出 | 完全结构化的、统一的知识图谱数据，包含了设备功能及其对应的测试方法信息，以及它们各自的详细属性和内部关系。 | | |
| 异常处理 | 实体对齐失败、关键关联关系缺失等问题应记录日志并提示人工介入。 | | |
| 性能约束 | 结构化处理延迟<10s（针对单设备或单系统范围的数据）。准确率≥98%。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应重点设计数据融合和跨领域实体对齐的逻辑。 | | |

#### 知识图谱管理（SBGNCSFZZTP\_FUN\_ZSTPGL）

##### 实现设备功能测试方法知识图谱构建；（SBGNCSFZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_001）

设备功能测试方法知识图谱构建功能需求描述见表31　。

1. 设备功能测试方法知识图谱构建功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_001 | 需求名称 | 设备功能测试方法知识图谱构建 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能基于前序文本处理模块输出的结构化数据，自动完成设备功能测试方法领域知识图谱的构建与存储。包括将实体、关系及属性数据导入图数据库，建立索引，并提供基础的图谱数据统计、监控与可视化能力。支持批量构建和增量更新，确保知识图谱的实时性和准确性。 | | |
| 前提与约束 | 已完成设备功能及测试方法相关文本数据的全面结构化处理（SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_014），获得了符合知识图谱Schema定义的标准数据。已选择并部署了合适的图数据库（如Neo4j, JanusGraph, NebulaGraph等）或知识图谱平台。具备数据库的写入与管理权限。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_WBCL\_014 | | |
| 输入 | 结构化图谱数据，通常为RDF三元组文件（如Turtle, N-Triples）、属性图的节点/边列表（如CSV, JSON），或通过API传入的JSON-LD等格式数据。数据内容包含设备功能、测试方法、相关设备、参数、环境、工具等实体及其属性，以及它们之间的关联关系。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 数据加载：将结构化数据批量或增量导入到图数据库中。2. Schema符合性验证：确保导入数据严格遵守图数据库中定义的Schema。3. 实体与关系实例化：在图数据库中创建节点（代表实体）和边（代表关系），并赋予相应的类型和属性。4. 索引构建与优化：为常用查询的实体属性和关系类型创建索引，提升检索效率。5. 数据一致性维护：处理数据导入过程中可能出现的冲突（如重复实体），执行合并或更新策略。6. 提供图谱数据统计接口（如实体数、关系数、类型分布）和健康监控功能。 | | |
| 输出 | 一个持久化的、可查询的设备功能测试方法知识图谱实例。系统应提供API接口供上层应用（如测试方案生成、智能问答）查询和利用图谱数据。同时，可提供基础的可视化界面，用于展示图谱的总体结构和关键节点关系。 | | |
| 异常处理 | 对于数据导入过程中的错误（如格式不符、违反Schema约束、数据库连接中断等），系统应记录详细日志，并支持错误数据的重试导入或隔离处理机制。大规模构建失败时应能回滚到稳定状态或部分回滚，保证图谱数据的完整性。 | | |
| 性能约束 | 对于万级实体和关系的数据量，首次全量构建时间应在可接受范围内（例如，数小时内，具体取决于数据复杂度和硬件配置）。增量更新应能实现秒级或分钟级响应。典型图谱查询的平均延迟应小于1秒。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs，并与选定的图数据库技术栈紧密集成。设计应考虑数据导入的原子性、幂等性，支持图谱的版本控制、备份与恢复机制。 | | |

##### 实现设备功能测试方法方案构建功能；（SBGNCSFZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_002）

设备功能测试方法方案构建功能需求描述见表32　。

1. 设备功能测试方法方案构建功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_002 | 需求名称 | 设备功能测试方法方案构建 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能支持基于已构建的设备功能测试方法知识图谱，辅助或自动生成结构化的测试方案。用户可以指定测试范围（如特定设备、特定功能集），系统通过查询知识图谱，检索相关的功能点、已有的测试方法、测试用例、所需环境和工具等，并将其智能组合成一个初步的测试方案框架。支持方案的编辑、版本管理和导出。 | | |
| 前提与约束 | 设备功能测试方法知识图谱（SBGNCSFZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_001）已成功构建且数据内容较为完整和准确。用户具有创建和编辑测试方案的权限。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_001 | | |
| 输入 | 用户的测试方案构建请求，包括：测试目标描述、被测对象（设备型号、软件版本等）、待覆盖的功能列表或范围。可选输入：期望的测试级别、测试类型、资源限制等。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 需求解析与图谱查询：理解用户输入，并在知识图谱中查询匹配的功能实体、关联的测试方法实体、测试用例实体等。2. 测试内容选择与组织：根据查询结果和预设规则（如测试覆盖策略、优先级排序），筛选和组织相关的测试项。3. 资源与环境匹配：识别测试所需的工具、环境配置，并从知识图谱中检索相关信息。4. 方案初步生成：将选定的测试项、资源等组合成结构化的测试方案文档（或数据结构）。5. （可选）方案优化与推荐：基于历史数据或规则，对生成的方案进行优化建议。6. 支持用户对方案进行手动编辑、调整和确认。7. 方案版本控制与存储。 | | |
| 输出 | 结构化的设备功能测试方案，可导出为常用文档格式（如Word, Excel, XML）或直接在系统中管理。方案内容应包括测试范围、测试目标、测试项列表（含测试用例ID、名称、步骤简述）、所需资源、环境要求、进度计划（初步）等。 | | |
| 异常处理 | 若知识图谱中相关信息不足以生成完整方案，系统应提示缺失环节，并允许用户手动补充。方案生成过程中发生逻辑冲突（如资源冲突）应提示用户。 | | |
| 性能约束 | 对于中等复杂度的测试范围，测试方案的初步生成响应时间应小于2秒（不含用户编辑时间）。系统应能管理数千个测试方案及其版本。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。方案构建逻辑应基于规则引擎或可配置的策略。测试方案的模板和输出格式应可定制。 | | |

##### 实现设备功能测试方法知识图谱实体编辑功能；（SBGNCSFZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_003）

设备模拟仿真系统异常检测操作信息展示功能需求描述见表33　。

1. 设备模拟仿真系统异常检测操作信息展示功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_003 | 需求名称 | 设备功能测试方法知识图谱实体编辑 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能为授权用户提供交互界面或API，允许对知识图谱中已存在的实体（如设备功能、测试方法、测试用例、测试工具等）进行修改。可编辑内容包括实体的属性值、标签（类型）、描述信息等。此功能对于维护知识图谱的准确性、完整性和时效性至关重要，例如修正错误数据、补充缺失信息或更新实体状态。编辑操作应记录审计日志，支持版本追溯。 | | |
| 前提与约束 | 用户需具有相应的编辑权限。待编辑实体必须已存在于知识图谱中。编辑操作需符合知识图谱的Schema约束（如属性的数据类型、取值范围、关联实体类型等）。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_001 | | |
| 输入 | 待编辑实体的唯一标识符（URI或ID）。需要修改的属性名、标签或描述。新的属性值或内容。用户的身份验证信息。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 用户身份与权限校验。2. 根据实体标识符从图数据库中检索实体。3. 验证用户输入的新数据是否符合Schema约束及业务逻辑规则。4. 更新图数据库中对应实体的属性、标签或描述。5. 记录详细的操作日志，包括操作人、操作时间、修改前后的内容对比。6. （可选）触发相关的知识图谱一致性检查或更新下游依赖的任务。 | | |
| 输出 | 编辑操作成功或失败的状态反馈。若成功，可返回更新后的实体信息摘要。若失败，返回具体的错误原因（如权限不足、实体不存在、数据格式错误、违反约束等）。 | | |
| 异常处理 | 若编辑操作因并发冲突、数据库事务错误等原因失败，系统应能安全回滚，保持数据一致性，并向用户提示错误信息。对于不符合Schema或业务规则的编辑尝试，应明确拒绝并给出清晰的提示。 | | |
| 性能约束 | 单个实体的编辑操作（包括校验和存储）响应时间应小于1秒。系统应能处理高并发的编辑请求，并保证数据的一致性和完整性。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs，与图数据库API紧密集成。界面设计应友好易用，提供清晰的编辑表单、数据校验提示和版本对比功能。API接口应遵循RESTful等标准设计，确保易用性和安全性。 | | |

##### 实现设备功能测试方法知识图谱实体新增功能；（SBGNCSFZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_004）

设备功能测试方法知识图谱实体新增功能需求描述见表34　。

1. 设备功能测试方法知识图谱实体新增功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_004 | 需求名称 | 设备功能测试方法知识图谱实体新增 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能允许授权用户通过界面或API向设备功能测试方法知识图谱中手动或批量添加新的实体，如新的设备功能点、创新的测试方法、新采购的测试工具、特定的测试环境配置等。这是扩展知识图谱覆盖范围、丰富知识内容、适应业务发展的重要手段。新增实体时需指定其类型（标签）和必要的属性。系统应支持实体唯一性校验，防止重复添加。 | | |
| 前提与约束 | 用户需具有新增实体的权限。新增实体的信息需符合知识图谱预定义的Schema，包括实体类型、必需属性及其数据类型、取值范围等。批量新增时，输入的结构化文件格式需符合约定规范。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_003 | | |
| 输入 | 对于手动新增：实体类型（标签）、各属性的名称和对应的值。对于批量新增：包含多个实体信息的结构化文件（如CSV、JSON、Excel），每条记录代表一个待新增的实体及其属性。用户的身份验证信息。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 用户身份与权限校验。2. 验证输入数据是否完整且符合Schema约束（类型、格式、必填项等）。3. 进行实体唯一性检查，如基于关键属性组合或外部ID判断实体是否已存在于知识图谱中，避免重复创建。4. 在图数据库中创建新的实体节点，并赋予其指定的类型和属性值。5. 为新实体生成全局唯一的标识符（URI或ID）。6. 记录操作日志，包括操作人、新增实体信息等。7. 更新相关的图谱索引，确保新实体可被检索。 | | |
| 输出 | 新增操作成功或失败的状态反馈。若成功，可返回新创建实体的标识符和基本信息。若失败，返回具体的错误原因（如权限不足、数据校验失败、实体已存在且配置为不可重复等）。批量新增时，可返回各条记录的处理结果汇总报告。 | | |
| 异常处理 | 若新增操作因数据库错误、网络问题等原因失败，系统应能确保不产生不完整的实体数据（事务性保证）。对于违反唯一性约束的尝试，应明确拒绝并提示。批量导入时，部分记录失败不应中断整个任务，应记录失败记录详情并继续处理其余记录，最终提供成功与失败的统计。 | | |
| 性能约束 | 单个实体的手动新增操作应小于1秒。批量新增功能应能高效处理大规模数据，例如每秒处理数百至数千条实体记录（具体性能取决于数据复杂度和硬件配置）。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs，与图数据库API集成。界面应提供清晰的表单引导用户输入实体信息，并有实时校验。API接口应支持单个及批量新增操作，并有详细的错误码和信息返回。 | | |

##### 实现设备功能测试方法知识图谱实体删除功能；（SBGNCSFZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_005）

设备功能测试方法知识图谱实体删除功能需求描述见表35　。

1. 设备功能测试方法知识图谱实体删除功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_005 | 需求名称 | 设备功能测试方法知识图谱实体删除 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能允许授权用户从设备功能测试方法知识图谱中删除指定的实体。删除操作对于移除不再有效、错误录入或过时的信息（如废弃的功能、淘汰的测试工具）至关重要，有助于保持知识图谱的整洁、准确和业务相关性。系统在执行删除前应进行依赖检查，例如检查该实体是否与其他实体存在关键的关联关系，并根据预设策略决定是否允许删除或如何处理这些关联关系（如级联删除关联、置空引用或阻止删除）。 | | |
| 前提与约束 | 用户需具有删除实体的权限。待删除实体必须存在于知识图谱中。系统应明确删除策略，特别是对于存在关联关系的实体的处理方式（如是否允许删除有依赖的实体，删除时是否同时删除其拥有的关系等）。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_004 | | |
| 输入 | 待删除实体的唯一标识符（URI或ID）。用户的身份验证信息。可能需要用户进行二次确认删除操作，特别是当实体存在较多关联关系或被标记为重要时。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 用户身份与权限校验。2. 根据实体标识符从图数据库中检索实体，确认实体存在。3. 检查实体的关联关系数量和类型。根据预设的删除策略和依赖规则，判断是否允许删除。例如，若某功能实体仍被活跃的测试方案引用，则可能禁止删除或需要特殊处理。4. 如果允许删除，则从图数据库中移除该实体节点及其所有属性。5. 根据策略处理与该实体相关的边（关系），可能包括删除这些边，或更新相关联实体的属性。6. 记录详细的操作日志，包括操作人、被删除实体信息等。7. 更新相关的图谱索引。 | | |
| 输出 | 删除操作成功或失败的状态反馈。若成功，确认实体已被从知识图谱中移除。若失败，返回具体的错误原因（如权限不足、实体不存在、存在不可删除的关键依赖关系等）。 | | |
| 异常处理 | 若删除操作因数据库错误或并发冲突等原因失败，系统应能确保知识图谱状态回滚到操作前，避免数据不一致。对于试图删除受保护或存在关键依赖的实体，应明确阻止并给出清晰的解释。 | | |
| 性能约束 | 单个实体的删除操作（包括依赖检查和实际删除）响应时间应小于1秒（对于依赖关系非常复杂的实体，检查时间可能稍长）。系统应能处理高并发的删除请求。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs，与图数据库API集成。界面操作时应提供明确的警告信息和二次确认步骤，防止用户误删除重要数据。API接口应清晰明了，并返回详细的处理结果。删除策略应可配置。 | | |

##### 实现设备功能测试方法知识图谱关系新增功能；（SBGNCSFZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_006）

设备功能测试方法知识图谱关系新增功能需求描述见表36　。

1. 设备功能测试方法知识图谱关系新增功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_006 | 需求名称 | 设备功能测试方法知识图谱关系新增 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能允许授权用户在知识图谱中已存在的两个实体之间手动或批量创建新的关系（边）。这对于表达实体间新发现的联系、补充业务逻辑、修正不完整的图谱结构或反映业务变化至关重要。例如，手动关联一个新测试用例到它所覆盖的设备功能上，或指明某个测试工具适用于特定测试环境。新增关系时需指定关系的类型（标签）以及可能的属性。 | | |
| 前提与约束 | 用户需具有新增关系的权限。关系所连接的头实体和尾实体必须已存在于知识图谱中。新增关系需符合知识图谱预定义的Schema，包括关系类型、允许连接的实体类型组合、关系属性及其数据类型等。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_005 | | |
| 输入 | 头实体的唯一标识符（URI或ID）。尾实体的唯一标识符（URI或ID）。关系类型（标签）。（可选）关系的属性名和对应的属性值。用户的身份验证信息。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 用户身份与权限校验。2. 验证头实体和尾实体在图数据库中是否存在。3. 验证输入的关系类型、连接的实体类型组合以及关系属性是否符合知识图谱Schema的约束。4. （可选）检查是否已存在相同的关系，根据策略决定是否允许创建重复关系。5. 在图数据库中创建连接头实体和尾实体的新边，并赋予其指定的类型和属性值。6. 记录操作日志，包括操作人、新增关系信息等。7. （可选）更新相关的图谱索引或触发一致性检查。 | | |
| 输出 | 新增关系操作成功或失败的状态反馈。若成功，可返回新创建关系的基本信息（如关系ID）。若失败，返回具体的错误原因（如权限不足、头/尾实体不存在、数据校验失败、关系已存在且配置为不可重复等）。 | | |
| 异常处理 | 若新增关系操作因数据库错误等原因失败，系统应能确保不产生不完整的关系数据（事务性保证）。对于试图创建不符合Schema或连接不存在实体的关系，应明确拒绝并给出提示。 | | |
| 性能约束 | 单个关系的手动新增操作响应时间应小于1秒。批量新增关系功能应能高效处理大规模数据。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs，与图数据库API集成。界面应提供便捷的方式帮助用户选择实体和关系类型，并进行关系属性的录入。API接口应支持单个及批量新增关系操作，并有详细的错误码和信息返回。 | | |

##### 实现设备功能测试方法知识图谱动态化展示功能；（SBGNCSFZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_007）

设备功能测试方法知识图谱动态化展示功能需求描述见表37　。

1. 设备功能测试方法知识图谱动态化展示功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_007 | 需求名称 | 设备功能测试方法知识图谱动态化展示 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能提供一个交互式的可视化界面，用于动态展示设备功能测试方法知识图谱的结构和内容。用户可以通过该界面浏览实体（如设备功能、测试用例、测试工具）及其之间的关系（如覆盖、依赖、使用），进行图谱的检索、过滤、节点展开/折叠、路径发现、社区发现等操作。动态化展示有助于用户直观理解复杂的知识关联，发现潜在模式，并支持交互式分析和知识探索。 | | |
| 前提与约束 | 设备功能测试方法知识图谱数据已成功构建并存储在可查询的图数据库中。前端具备相应的图可视化渲染库（如D3.js, Cytoscape.js, ECharts GL, Vis.js, G6/AntV等）。用户具有访问和查询知识图谱的权限。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_006 | | |
| 输入 | 用户的检索关键词（用于搜索实体或关系）。过滤条件（如实体类型、关系类型、属性值范围等）。用户的交互操作（如点击节点查看详情、双击扩展邻居、拖拽节点、缩放画布等）。（可选）初始展示的中心实体、特定子图范围或预设的图谱视图。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 根据用户输入或默认设置，向图数据库后端API发起高效的图查询请求（如Cypher, Gremlin, SPARQL或自定义API）。2. 后端API执行查询并返回结果（通常是JSON格式的节点和边数据）。3. 前端接收数据并进行预处理，转换为可视化库所需的格式。4. 应用图布局算法（如力导向布局、层次布局、环形布局等）计算节点在画布上的初始位置。5. 在前端动态渲染图谱，清晰展示节点、边、标签、颜色、大小等视觉元素，以反映实体类型、属性或重要性。6. 响应用户的各种交互操作，如高亮显示选中元素及其关联、弹出信息提示框（tooltip）显示详细属性、动态加载和展示邻居节点、路径查找等。7. 支持图谱的缩放、平移、概览图（minimap）、全屏显示等导航和辅助功能。 | | |
| 输出 | 在Web浏览器界面上动态展示的、可交互的知识图谱可视化结果。用户可以通过界面直观地查看实体和关系的详细信息，并进行多维度、交互式的知识探索和分析。 | | |
| 异常处理 | 对于大规模图谱数据，应采用按需加载（lazy loading）、数据聚合、虚拟渲染等策略，避免浏览器卡顿或崩溃。查询超时或图数据库连接失败时，应向用户给出友好提示。渲染异常时，记录客户端日志并尝试恢复或提示用户刷新。 | | |
| 性能约束 | 对于包含万级节点和边的图谱，核心部分的初始渲染应能在数秒内完成。用户交互操作（如节点点击、邻居扩展）的响应延迟应小于1秒，保证流畅的用户体验。系统应能支持一定并发用户数的图谱浏览和查询。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java（后端API）、Vue/React/Angular（前端框架）、Nodejs（可选）。集成高级可视化库（如图表库如ECharts/Plotly、时序图库、状态图库、图可视化库如G6/Cytoscape.js）。采用前后端分离架构。后端提供高效、灵活的图数据查询API。前端注重渲染性能优化和用户交互体验设计。 | | |

#### 接入仿真模拟系统（SBGNCSFZZTP\_FUN\_FSXT）

##### 实现设备仿真模拟系统功能检测操作数据交互功能；（SBGNCSFZZTP\_FUN\_FSXT\_001）

设备仿真模拟系统功能检测操作数据交互功能需求描述见表38　。

1. 设备仿真模拟系统功能检测操作数据交互功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_FSXT\_001 | 需求名称 | 设备仿真模拟系统功能检测操作数据交互 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能负责建立设备功能测试方法知识图谱系统与外部设备仿真模拟系统之间的双向数据通信链路。它能够从仿真系统中实时或批量采集功能检测相关的操作日志、事件序列、参数变化、测试结果等数据，并将其同步到知识图谱系统进行处理、分析和知识关联。反之，知识图谱系统也可以向仿真系统提供测试用例推荐、测试参数配置建议、预期行为模式等知识支持。数据交互需保证实时性、准确性和安全性。 | | |
| 前提与约束 | 仿真模拟系统和知识图谱系统均已部署并正常运行。双方已定义并开放标准化的数据交互接口（如REST API、消息队列如Kafka/RabbitMQ、WebSocket、gRPC等）。网络连接通畅，并已配置必要的认证授权机制（如API密钥、OAuth）。数据格式（如JSON, XML, Protobuf）和通信协议已达成一致。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_007 | | |
| 输入 | 从仿真系统输入：实时的或批量的设备状态数据、传感器读数、被测功能模块的输入/输出信号、操作员或自动化脚本执行的指令序列、功能测试过程中的事件日志、仿真环境参数、测试执行结果（通过/失败、性能数据）等。从知识图谱系统输入（用于指导仿真）：查询请求、推荐的测试用例ID或参数、配置参数、故障注入指令等。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 接口连接与认证：建立与对方系统的安全、持久的连接。2. 数据订阅与请求：根据配置向仿真系统订阅特定事件流或周期性请求批量数据。3. 数据接收与解析：高效接收来自仿真系统的数据流或文件，并按照预定格式（如JSON Schema, Avro）进行解析和初步校验。4. 数据格式转换与适配：将接收到的仿真数据转换为知识图谱系统内部可处理的标准化格式，或将知识图谱数据转换为仿真系统可识别的指令或配置格式。5. 数据发送与确认：向对方系统可靠地发送数据，并处理响应确认或错误反馈。6. 通信链路监控与异常处理：实时监控数据交互链路的状态，处理通信中断、超时、数据丢失等异常情况，并记录日志。 | | |
| 输出 | 向知识图谱系统输出：经过初步解析和格式化的仿真功能检测操作数据，供后续的数据预处理、特征提取和知识图谱更新/关联使用。向仿真系统输出：知识图谱提供的测试指导信息、查询结果、配置建议等。数据同步的状态报告、性能指标和错误日志。 | | |
| 异常处理 | 通信失败时，系统应支持可配置的自动重试机制，并记录详细错误日志。对于无法解析或格式严重错误的数据包，应进行标记、隔离并通知相关运维人员。接口版本不兼容或认证失败时，应明确提示并阻止后续交互，防止数据污染。 | | |
| 性能约束 | 对于实时数据流（如仿真事件），数据同步的端到端延迟应控制在2秒以内。系统应能处理仿真系统产生的高频数据流，保证数据交互的吞吐量满足业务需求（例如，每秒处理数百条事件记录）。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用标准化的接口协议和数据交换格式。设计应考虑接口的松耦合、可扩展性和向后兼容性，以适应不同仿真系统的接入需求。数据传输过程应考虑加密、压缩等安全和效率措施。 | | |

##### 实现设备仿真模拟系统功能检测操作数据预处理、存储功能（SBGNCSFZZTP\_FUN\_FSXT\_002）

设备仿真模拟系统功能检测操作数据预处理、存储功能需求描述见表39　。

1. 设备仿真模拟系统功能检测操作数据预处理、存储功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_FSXT\_002 | 需求名称 | 设备仿真模拟系统功能检测操作数据预处理、存储 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能对从设备仿真模拟系统交互获取的原始功能检测操作数据进行一系列关键的预处理操作。这包括数据清洗（去除噪声、处理缺失值、校正异常读数、消除冗余记录）、数据变换（如信号滤波、单位转换、时间序列对齐、数据归一化/标准化）、数据融合（合并来自不同传感器或日志源的相关数据），以及初步的特征提取（如计算统计特征、识别关键事件点）。预处理后的高质量、规范化数据将被结构化地存储起来，为后续的知识图谱构建、深度分析、机器学习模型训练等提供可靠的数据源。 | | |
| 前提与约束 | 已通过数据交互功能（SBGNCSFZZTP\_FUN\_FSXT\_001）成功获取到仿真系统的原始功能检测数据。已定义清晰的数据预处理规则（如清洗阈值、插值方法）、数据质量标准和目标存储结构（如数据库表Schema、数据湖的目录结构和文件格式）。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_FSXT\_001 | | |
| 输入 | 从仿真系统采集到的原始功能检测操作数据，可能包含多种格式和类型（如高频时序数据、离散事件日志、结构化参数表等），数据质量可能参差不齐，存在噪声、缺失和不一致性。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 数据质量初步评估：自动检查数据的完整性、一致性、时间戳准确性、取值范围等。2. 数据清洗：根据预设规则处理缺失值（如使用均值/中位数填充、插值算法、或标记为缺失）、异常值（如通过统计方法或领域知识识别并平滑/剔除）、重复数据。3. 数据变换与集成：进行必要的单位转换、数据类型转换；对齐不同来源数据的时间戳；若数据来自多个传感器或模块，进行逻辑集成和关联。4. 数据标准化与规范化：将数值型数据进行归一化或标准化处理，统一文本型数据的编码和命名规范。5. （可选）初步特征工程：提取基础的统计特征（如均值、方差、峰值）、时域/频域特征（针对信号数据）、或识别关键事件的发生（如状态转变）。6. 结构化存储：将预处理后的数据高效加载到指定的持久化存储系统中（如关系型数据库、NoSQL数据库、时序数据库、数据仓库或数据湖）。 | | |
| 输出 | 清洗、转换、规范化并结构化存储后的高质量仿真功能检测操作数据。存储的数据应易于查询、访问和分析，并附带必要的元据信息（如数据来源标识、采集时间、预处理流程版本、数据质量评分等）。 | | |
| 异常处理 | 对于无法通过预处理规则自动修正的严重数据质量问题（如关键信息大量缺失、数据格式严重损坏），系统应记录详细错误信息，并可配置告警通知人工介入审查。预处理流程应具备良好的容错性，单条记录或小批量数据处理失败不应中断整个数据流的处理。 | | |
| 性能约束 | 对于批量数据，预处理和存储的平均延迟应小于5秒（针对中等规模数据批次，如数万条记录）。系统应能高效处理大规模、高频率的仿真数据集，支持每日TB级别数据的持续处理和存储能力（具体视应用场景和硬件配置）。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs，可结合ETL工具（如Apache NiFi, Talend）或大数据处理框架（如Apache Spark, Apache Flink）以提升处理效率和可伸缩性。预处理规则、清洗策略和存储Schema应设计为可配置、可扩展的。存储方案的选择应综合考虑数据的特性、查询需求、存储成本和未来扩展性。 | | |

##### 实现设备模拟仿真系统功能检测操作信息展示功能，结合知识图谱展示设备功能检测信息。（SBGNCSFZZTP\_FUN\_FSXT\_003）

设备模拟仿真系统功能检测操作信息展示需求描述见表40　。

1. 设备模拟仿真系统功能检测操作信息展示功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_FSXT\_003 | 需求名称 | 设备模拟仿真系统功能检测操作信息展示 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能旨在将设备仿真模拟系统在功能检测过程中产生的动态操作信息（如被测功能的实时参数变化、控制指令序列、内部状态转移、外部事件响应、测试覆盖路径等）与设备功能测试方法知识图谱中存储的相关静态知识（如功能规格说明、设计原理、已知缺陷模式、标准测试用例、历史测试数据洞察等）进行深度融合，并通过一个统一的、交互式的可视化界面进行同步或异步展示。用户可以直观地观察仿真过程，并同时获取知识图谱提供的上下文解释、关联分析和智能提示，从而增强对功能行为的理解、故障排查效率和测试策略的优化能力。 | | |
| 前提与约束 | 仿真系统的功能检测操作数据已通过预处理（SBGNCSFZZTP\_FUN\_FSXT\_002）并可供实时或准实时访问。设备功能测试方法知识图谱已构建完成（SBGNCSFZZTP\_FUN\_ZSTPGL\_001）并包含与当前仿真场景相关的设备型号、功能模块、测试用例等知识。已开发或集成了能够同时展示时序数据、事件流、状态图和图谱结构的高级可视化组件。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FUN\_FSXT\_002 | | |
| 输入 | 经过预处理的仿真功能检测操作数据流或历史记录（如时间序列参数、事件日志、状态迁移记录）。用户选择的仿真场景、关注的特定功能模块、测试用例ID或时间段。相关的知识图谱查询请求（用于获取设备拓扑结构、功能依赖关系、测试用例详情、故障诊断规则等）。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 数据同步与智能对齐：实时或准实时获取仿真数据，并将其与知识图谱中的时间轴、事件点或逻辑实体（如被测功能、执行的测试步骤）进行精确对齐。2. 知识关联与动态增强：将仿真数据中识别出的实体（如设备ID、参数名称、事件代码）与知识图谱中的对应节点进行动态链接；根据仿真过程中发生的特定事件或状态变化，自动触发知识图谱查询，获取相关的背景知识、预期行为模式或潜在风险提示。3. 融合可视化渲染：在统一的用户界面上，结合时间轴图、仪表盘、状态流程图、序列图、以及图谱浏览器等多种视图，动态展示仿真参数的实时变化、事件的发生顺序、功能模块的激活路径，并高亮显示知识图谱中与当前仿真状态相关的实体、关系或推理路径。4. 交互式探索与分析：支持用户在可视化界面上进行缩放、平移、筛选、时间回溯、点击查询（如查看仿真参数的历史曲线、某个知识节点的详细属性）等操作，以深入分析仿真过程和相关知识。 | | |
| 输出 | 一个集成的、动态的、可交互的可视化展示界面。该界面能够清晰、直观地呈现仿真系统功能检测的操作过程和关键信息，并辅以知识图谱提供的深层上下文信息、关联知识和智能分析结果（如偏差预警、原因推断）。 | | |
| 异常处理 | 若仿真数据与知识图谱数据无法有效关联（例如，仿真中出现的设备ID在图谱中未定义，或事件代码无对应解释），应在界面上给出明确提示或标记。可视化组件在渲染大规模数据或复杂关联关系时，应进行性能优化（如数据聚合、懒加载），避免界面卡顿或崩溃。数据同步延迟或失败时，应有明确的状态指示和错误提示。 | | |
| 性能约束 | 仿真数据（如参数更新）在界面上的联动展示延迟应小于2秒。用户交互操作（如点击节点获取详情、时间轴拖动）的响应应流畅，复杂查询和动态渲染操作应在可接受的时间内（通常秒级）完成。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java（后端API）、Vue/React/Angular（前端框架）、Nodejs（可选）。集成高级可视化库（如图表库如ECharts/Plotly、时序图库、状态图库、图可视化库如G6/Cytoscape.js）。采用前后端分离架构。后端负责数据融合、知识查询和实时推送（如WebSocket）。前端负责复杂视图的动态渲染和丰富的用户交互逻辑 | | |

### 设备故障分析技术知识图谱

设备故障分析技术知识图谱系统旨在实现对设备故障分析相关的多源异构数据进行采集、处理、标准化、分析、故障特征提取、实体与关系识别，最终实现知识图谱的自动构建、管理与应用，提升设备故障诊断和决策的智能化水平。

#### 文本处理（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR）

##### 实现设备常见故障文本数据提取功能；（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_001）

设备常见故障文本数据提取功能需求描述见表41　。

1. 设备常见故障文本数据提取功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_001 | 需求名称 | 设备常见故障文本数据提取 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能旨在通过自然语言处理及文本解析技术，自动从设备故障相关的各类文档（如故障报告、维修日志、技术通报、用户反馈、历史案例等）中提取关键故障信息。包括故障现象描述、发生时间、涉及设备/部件、环境条件、初步诊断、处理措施等，为后续的故障模式分析和知识图谱构建提供结构化的原始数据输入。 | | |
| 前提与约束 | 已配置并接入相关的文本数据源（如CMMS系统、售后服务数据库、文档库等），并具备相应的读取权限。输入的文本数据质量应达到基本可解析的程度。系统已预置或可配置针对不同故障文档类型的解析模板和故障领域关键词库。 | | |
| 上级需求标识 | 故障数据导入 | | |
| 输入 | 设备故障相关的文本文件或数据流，格式包括但不限于PDF、Word文档、Excel表格、纯文本、HTML、邮件内容等。输入源可包括运维系统记录、工程师填写的报告、自动生成的告警日志等。输入数据需包含故障描述、时间、地点、设备信息、影响范围等关键要素。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 自动识别输入文件/数据流格式并进行内容解析与转码。2. 文本预处理，包括分句、分段、去除无关字符和格式噪声。3. 基于规则或机器学习模型的关键词、关键短语识别与抽取，重点关注故障现象、故障部件、故障代码、操作序列、环境参数等。4. 时间、地点等实体信息的抽取与规范化。5. 初步结构化处理，将提取的信息映射到预定义的故障数据字段。6. 对提取结果进行初步的有效性校验和数据清洗。 | | |
| 输出 | 结构化或半结构化的原始故障数据，通常为JSON、XML或表单格式。内容应包括故障ID、上报时间、故障发生时间、设备型号/序列号、故障部件、故障现象描述、故障代码、影响程度、处理状态、相关人员等。输出数据可推送至后续的数据标准化模块或存入临时数据库。 | | |
| 异常处理 | 对于无法解析的文档格式、内容严重缺失或加密文档，系统应记录错误日志，并标记该数据，可选择跳过或提示人工介入。提取过程中置信度较低的信息应进行标记。单个文件处理失败不影响批量任务的继续执行。 | | |
| 性能约束 | 单个典型故障报告（如10页PDF）的处理时间应小于10秒。系统应支持每日处理至少数千份故障相关文档的批量导入与并发处理能力。关键故障信息提取的准确率（F1值）应不低于95%。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用模块化设计，方便集成不同的文本解析库和NLP工具。提取规则和模型应可配置、可扩展，以适应不同类型和来源的故障文档。 | | |

##### 实现设备常见故障现象文本数据提取功能；（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_002）

设备常见故障现象文本数据提取功能需求描述见表42　。

1. 设备常见故障现象文本数据提取功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_002 | 需求名称 | 设备常见故障现象文本数据提取 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能专注于从故障相关文档中，进一步细化提取设备故障现象的详细描述文本。目标是捕获用户或传感器观察到的具体异常表现，如“异响”、“过热”、“无响应”、“输出值异常”等，并尽可能保留其上下文信息。这些原始现象描述是后续进行现象分类、特征提取和故障诊断推理的重要依据。 | | |
| 前提与约束 | 已完成初步的故障文本数据提取（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_001），或直接处理包含故障现象描述的文本源。系统具备识别现象描述性语句或段落的能力，可能依赖于关键词、句式模式或NLP分类模型。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_001 | | |
| 输入 | 包含设备故障现象描述的文本片段或完整文档。这些文本可能来源于故障报告的“现象描述”章节、用户报修记录、传感器告警信息等。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 文本定位：在输入文本中定位描述故障现象的特定区域或句子。2. 现象描述抽取：提取完整的现象描述语句或短语。3. （可选）噪声过滤：去除描述中与现象无关的冗余信息。4. （可选）多现象拆分：如果一段描述包含多个独立现象，尝试将其拆分开。5. 结构化存储：将提取的现象描述与相关的故障记录ID、设备ID等关联存储。 | | |
| 输出 | 结构化的故障现象数据，每条记录包含一个具体的故障现象描述文本，并关联到相应的故障事件。例如，JSON对象列表，每个对象有fault\_id, phenomenon\_description等字段。 | | |
| 异常处理 | 若无法从文本中明确区分或提取有效的现象描述，应进行标记。对于过于模糊或简短的描述，可设定最低质量阈值。 | | |
| 性能约束 | 单个故障记录中现象描述的提取时间应远小于10秒（通常为秒级或毫秒级）。提取准确率（指正确捕获并分离现象描述文本）应较高，如≥95%。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。可利用正则表达式、关键词匹配、文本分类等技术。现象提取规则应可配置。 | | |

##### 实现设备操作使用文本数据提取功能；（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_003）

设备操作使用文本数据提取功能需求描述见表43　。

1. 设备操作使用文本数据提取功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_003 | 需求名称 | 设备操作使用文本数据提取 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能旨在从各类文档中提取与设备操作、使用及维护相关的文本信息，特别是那些可能与故障发生或故障诊断相关的操作序列、使用场景、维护历史等。例如，提取故障发生前的用户操作步骤、设备运行参数设置、最近的维护保养记录等。这些信息对于理解故障背景、分析故障原因至关重要。 | | |
| 前提与约束 | 已接入包含设备操作、使用或维护信息的文本数据源，如操作手册、用户指南、维护工单、运行日志等。系统具备识别操作性描述、参数设置、维护活动等文本特征的能力。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_001 | | |
| 输入 | 包含设备操作、使用规程、维护记录等信息的文本文件或数据流。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 文本解析与定位：识别文档中描述操作步骤、参数配置、维护活动的章节或段落。2. 关键操作/事件提取：抽取具体的操作指令、参数值、维护项目、执行时间等。3. （可选）操作序列重建：如果文本描述了连续操作，尝试重建操作的先后顺序。4. 结构化处理：将提取的操作/使用/维护信息与相关的设备、时间等关联，并存入结构化字段。 | | |
| 输出 | 结构化的设备操作/使用/维护数据。例如，JSON格式，包含操作类型、操作对象、操作参数、执行人、执行时间、维护内容等字段，并关联到具体的设备实例或故障事件。 | | |
| 异常处理 | 对于描述模糊或不完整的操作信息，应进行标记。提取规则应能处理操作描述的多样性。 | | |
| 性能约束 | 单个文档中操作/使用信息的提取时间应小于10秒。关键操作信息提取的准确性应满足后续分析需求。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。可利用NLP技术识别动作动词、操作对象、参数等。提取规则和模板应可配置。 | | |

##### 实现设备常见故障文本数据标准化处理功能；（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_004）

设备常见故障文本数据标准化处理功能需求描述见表44　。

1. 设备常见故障文本数据标准化处理功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_004 | 需求名称 | 设备常见故障文本数据标准化处理 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能对初步提取的设备故障结构化数据进行深度标准化处理。包括统一故障相关的字段命名、规范数据格式（如日期时间、数值）、转换度量单位（如压力、温度）、对齐故障术语体系（如故障类型、部件名称、现象描述的规范化）、处理数据编码等，确保故障数据在知识图谱构建和后续分析中的一致性、准确性和可比性。 | | |
| 前提与约束 | 已完成设备故障文本数据的初步提取和结构化（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_001）。系统已配置或集成了故障领域的标准化参考体系，包括标准字段词典、单位换算规则、故障分类标准、标准部件名录、现象术语库等。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_001 | | |
| 输入 | 初步提取并结构化的设备故障数据，通常为JSON、XML或表单格式。输入数据可能存在字段不统一、术语多样、单位混用、描述随意等问题。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 字段映射与重命名：将原始字段名自动映射到标准故障信息模型中的字段。2. 数据类型与格式校验/转换：确保数值、日期时间、布尔值等数据类型符合标准格式。3. 单位标准化：对涉及物理量的参数（如温度、压力、电流）进行单位统一转换。4. 故障术语规范化：利用故障词典、同义词库、分类体系等，对故障类型、故障部件名称、故障现象描述等进行规范化，映射到标准术语或编码。5. 数据清洗：处理异常值（如超出合理范围的参数）、缺失值（根据策略填充、标记或删除）。6. 标准化结果校验，对不符合规范或转换失败的数据进行标记。 | | |
| 输出 | 经过标准化处理后的高质量结构化故障数据，格式与输入类似，但内容符合统一标准。输出数据包含标准字段名、标准单位、规范化术语、统一编码等。这些数据将作为后续故障分析、特征提取和知识图谱构建的直接输入。 | | |
| 异常处理 | 对于无法自动标准化的数据项（如未知的故障代码、无法匹配的部件名称），系统应进行标记，并输出详细的异常报告或日志，支持人工审核和修正流程。标准化过程中发生错误应有回滚机制或隔离处理。 | | |
| 性能约束 | 单条故障记录的标准化处理时间应小于5秒。系统应支持每日处理至少10,000条故障记录的批量并发处理。标准化操作的准确率（符合标准的比例）应不低于98%。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。标准化规则库、词典、映射表等应设计为可配置、可动态更新的模块。处理逻辑应清晰，易于维护和扩展，以适应故障领域知识和标准体系的演进。 | | |

##### 实现设备常见故障现象文本数据标准化处理功能；（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_005）

设备常见故障现象文本数据标准化处理功能需求描述见表45　。

1. 设备常见故障现象文本数据标准化处理功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_005 | 需求名称 | 设备常见故障现象文本数据标准化处理 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能针对已提取的故障现象描述文本，进行进一步的标准化和规范化处理。目标是将多样化的自然语言描述映射到统一的、结构化的现象分类体系或标准术语上。例如，将“声音很大”、“有噪音”、“轰隆隆响”等统一归类为“异响”现象，并可能赋予标准编码。这有助于消除描述的随意性，提高现象数据的可比对性和机器可理解性。 | | |
| 前提与约束 | 已完成故障现象文本数据的提取（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_002）。系统已具备一个故障现象的分类体系、标准术语词典或现象本体库。可能需要NLP技术（如文本分类、语义相似度计算）支持。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_002 | | |
| 输入 | 提取出的原始故障现象描述文本列表，每条描述关联一个故障事件。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 文本预处理：对现象描述进行清洗、分词、去除停用词等。2. 现象分类/映射：利用关键词匹配、规则引擎、文本分类模型或语义相似度计算，将原始描述映射到预定义的标准现象类别或术语。3. （可选）现象参数提取：如果现象描述中包含量化信息（如“温度过高至100度”），尝试提取这些参数。4. 标准编码赋予：为映射成功的现象赋予标准分类编码。5. 结构化输出：生成包含原始描述、标准现象类别、标准编码、相关参数等信息的结构化数据。 | | |
| 输出 | 标准化后的故障现象数据。例如，JSON对象列表，每个对象包含fault\_id, original\_description, standard\_phenomenon\_category, phenomenon\_code, extracted\_parameters等字段。 | | |
| 异常处理 | 对于无法成功映射到标准类别的现象描述，应进行标记，并可归入“未知”或“其他”类别，同时支持人工审核和补充规则。 | | |
| 性能约束 | 单条现象描述的标准化处理延迟应小于5秒。标准化（即将自由文本映射到标准分类）的准确率应不低于98%（针对已有标准分类的现象）。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。现象分类体系和映射规则应可配置、可扩展。鼓励使用机器学习方法提升映射的准确性和覆盖面。 | | |

##### 实现设备操作使用文本数据标准化处理功能；（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_006）

设备操作使用文本数据标准化处理功能需求描述见表46　。

1. 设备操作使用文本数据标准化处理功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_006 | 需求名称 | 设备操作使用文本数据标准化处理 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能对已提取的设备操作、使用及维护相关文本数据进行标准化处理。目标是将自由文本描述的操作行为、参数设置、维护活动等，规范化为统一的、结构化的表达。例如，将“把开关打到ON位置”标准化为结构化的操作事件（动作:设置, 对象:开关, 状态:ON）。这有助于后续对操作序列的分析、操作与故障的关联挖掘。 | | |
| 前提与约束 | 已完成设备操作/使用/维护文本数据的提取（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_003）。系统具备操作行为词典、标准设备对象名录、参数名规范等。可能需要NLP技术进行语义解析。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_003 | | |
| 输入 | 提取出的原始设备操作/使用/维护描述文本。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 文本预处理：清洗、分词等。2. 操作识别与分解：识别文本中的核心操作动词、操作对象、操作参数/值、工具等。3. 术语规范化：将识别出的操作元素映射到标准词汇或编码。4. 结构化表示：将分解和规范化后的操作信息组织成结构化的事件记录，如（时间, 操作者, 动作, 对象, 参数, 结果）。5. （可选）维护活动分类：将维护描述归类到标准的维护类型（如预防性维护、纠正性维护、巡检等）。 | | |
| 输出 | 标准化后的结构化操作/使用/维护数据。例如，JSON列表，每条记录描述一个标准化的操作事件或维护活动。 | | |
| 异常处理 | 对于无法准确分解或规范化的复杂操作描述，应进行标记，并支持人工校对。 | | |
| 性能约束 | 单条操作描述的标准化处理延迟应小于5秒。标准化准确率（指正确分解并规范化操作元素）应不低于98%。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。操作行为词典和标准化规则应可配置。可考虑使用语义角色标注等NLP技术提升分解准确性。 | | |

##### 实现设备常见故障文本分析功能；（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_007）

设备常见故障文本分析功能需求描述见表47　。

1. 设备常见故障文本分析功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_007 | 需求名称 | 设备常见故障文本分析 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 本功能基于标准化后的设备故障数据，运用统计分析、数据挖掘和机器学习技术，进行多维度、深层次的故障分析。包括故障模式识别与聚类、故障发生频率与趋势分析（MTBF, MTTR分析）、故障根因初步推断（RCA）、故障与设备属性/运行环境/操作行为的关联性分析等。旨在从历史故障数据中挖掘有价值的知识和规律，为故障预测、预防性维护、设计改进和运维决策提供数据驱动的洞察。 | | |
| 前提与约束 | 已完成设备故障数据的标准化处理（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_004），输入数据质量高且一致性好。系统已配置或集成了相关的分析算法库（如聚类算法、时间序列分析、关联规则挖掘、分类/回归模型）、统计工具和可视化组件。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_004 | | |
| 输入 | 标准化后的设备故障结构化数据，包含规范的故障类型、发生时间、设备信息、部件、现象、处理措施、环境参数、相关操作等。数据格式通常为数据库表、CSV或JSON文件。 | | |
| 处理 | 分析流程可能包括：1. 描述性统计分析：计算各类故障的发生次数、占比、平均修复时间等基础指标。2. 故障聚类与模式识别：基于故障现象、部件、代码等特征，对故障案例进行聚类，识别典型的故障模式。3. 时间序列分析：分析特定故障类型或设备故障率随时间的变化趋势，预测未来故障风险。4. 关联规则挖掘：发现不同故障现象之间、故障与特定操作或环境条件之间的频繁伴随模式。5. （可选）基于机器学习的故障诊断/预测模型训练与评估：利用历史数据训练模型，用于辅助诊断新发故障或预测设备未来发生故障的概率。6. 生成详细的分析报告、统计图表和交互式可视化结果。 | | |
| 输出 | 故障分析报告（如PDF、Word）、统计结果（如Excel表格）、可视化图表（如故障分布柏拉图、趋势预测曲线、关联网络图、故障树雏形）。内容应清晰展示分析方法、过程、发现的规律、模式和洞察，并提供可操作的建议。 | | |
| 异常处理 | 对于数据量不足以支持某些复杂分析（如深度学习模型训练）的情况，系统应进行提示或采用简化分析方法。分析结果置信度较低或统计显著性不足时应明确指出。 | | |
| 性能约束 | 对于典型规模的数据集（如数万条故障记录），大部分统计分析和简单模式挖掘任务的响应时间应在10秒到数分钟内。复杂模型训练时间可能较长，应支持异步执行。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs，可深度集成Python数据科学栈（如Pandas, NumPy, Scikit-learn, Statsmodels, TensorFlow/PyTorch）和可视化库（如Matplotlib, Seaborn, Plotly, ECharts）。分析模型、参数和算法应可配置、可插拔，支持用户自定义分析流程。 | | |

##### 实现设备常见故障现象文本分析功能；（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_008）

设备常见故障现象文本分析功能需求描述见表48　。

1. 设备常见故障现象文本分析功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_008 | 需求名称 | 设备常见故障现象文本分析 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 本功能基于标准化后的故障现象数据，进行专门的统计分析和模式挖掘。包括各种故障现象的发生频率分析、现象之间的共现关系分析（哪些现象经常一起出现）、特定现象与特定设备型号/部件/故障类型的关联强度分析、现象随时间或运行周期的演变趋势分析等。旨在深入理解故障现象的分布规律和内在联系，为故障诊断提供更精细的线索，辅助构建故障现象知识库。 | | |
| 前提与约束 | 已完成故障现象数据的标准化处理（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_005），现象已被归类到标准体系或拥有规范化描述。系统具备进行频次统计、关联分析、时序分析等能力。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_005 | | |
| 输入 | 标准化后的故障现象结构化数据，每条记录包含标准现象类别/编码，并关联到故障事件、设备等信息。 | | |
| 处理 | 分析流程包括：1. 现象频次统计与排序：计算各标准现象的发生总数、占比，识别最常见的故障现象。2. 现象共现分析：利用关联规则挖掘（如Apriori算法）或共现矩阵，分析哪些现象组合频繁出现。3. 现象-实体关联分析：统计特定现象在不同设备型号、部件、故障类型下的条件概率或相关系数。4. （可选）现象序列分析：如果故障发展过程中现象有先后顺序，分析常见的现象演进路径。5. 生成分析报告和可视化图表（如现象词云、共现网络图、热力图）。 | | |
| 输出 | 故障现象分析报告、统计表格、可视化结果。清晰展示各现象的统计特性、现象间的关联模式、以及现象与设备/故障类型的特定联系。 | | |
| 异常处理 | 若数据稀疏导致某些关联分析结果不可靠，应予以说明。 | | |
| 性能约束 | 对于大规模现象数据集，分析响应时间应在10秒到数分钟级别。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs，可集成统计分析库。分析参数（如关联规则的最小支持度/置信度）应可配置。 | | |

##### 实现设备操作使用文本分析功能；（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_009）

设备操作使用文本分析功能需求描述见表49　。

1. 设备操作使用文本分析功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_009 | 需求名称 | 设备操作使用文本分析 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 本功能基于标准化后的设备操作、使用及维护数据，进行行为模式分析和统计。包括分析特定操作序列的执行频率、不规范操作的识别与统计、操作参数与设备状态/故障的关联性、维护活动对设备可靠性的影响评估等。旨在从操作和使用层面揭示可能导致故障的因素，或在故障发生后辅助判断是否与近期操作相关，为优化操作规程、提升用户培训效果、改进维护策略提供依据。 | | |
| 前提与约束 | 已完成设备操作/使用/维护数据的标准化处理（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_006），操作行为已被结构化和规范化。系统具备序列分析、关联分析、统计对比等能力。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_006 | | |
| 输入 | 标准化后的结构化操作/使用/维护数据，每条记录描述一个标准化的操作事件或维护活动，并关联相关设备、时间、人员等信息。 | | |
| 处理 | 分析流程包括：1. 操作频率与模式分析：统计各种操作的执行频率，挖掘常见的操作序列模式。2. 异常操作检测：基于预定义规则或统计模型，识别可能存在的误操作、违规操作或异常参数设置。3. 操作-故障关联分析：分析特定操作或操作模式与后续故障发生的关联度（如在故障发生前是否频繁出现某种操作）。4. 维护效果评估：对比不同维护策略或维护周期下设备的故障率或性能表现。5. 生成分析报告和可视化结果（如操作流程图、异常操作占比图）。 | | |
| 输出 | 设备操作/使用/维护行为的分析报告、统计数据、可视化图表。揭示操作行为的特点、潜在风险点以及与设备健康状态的联系。 | | |
| 异常处理 | 对于需要复杂因果推断的场景（如判断操作是否直接导致故障），应明确分析的局限性，结果主要作为辅助参考。 | | |
| 性能约束 | 分析响应时间应在10秒到数分钟级别，具体取决于数据量和分析复杂度。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。可集成过程挖掘、序列模式挖掘等算法库。分析规则和模型应可配置。 | | |

##### 实现设备常见故障文本获取故障特征功能；（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_010）

设备常见故障文本获取故障特征功能需求描述见表50　。

1. 设备常见故障文本获取故障特征功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_010 | 需求名称 | 设备常见故障文本获取故障特征 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能专注于从标准化和分析后的设备故障文本数据中，自动识别并提取结构化的故障特征。这些特征是描述故障本质和区分不同故障模式的关键属性，例如故障的根本原因（初步判断）、故障的严重等级、故障影响范围（哪些功能受影响）、修复难度、典型前兆现象、复发性等。提取的特征将用于构建知识图谱中“故障”类实体的详细属性，支持更精准的故障诊断和预测。 | | |
| 前提与约束 | 已完成设备故障文本的标准化处理和初步分析（如SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_007）。系统具备预定义的故障特征模板、特征词典或基于机器学习的特征提取模型（如文本分类、序列标注）。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_007 | | |
| 输入 | 标准化后的设备故障描述文本、相关的分析结果（如故障聚类、根因分析的初步结论）。数据格式为结构化文本或JSON对象。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 深度语义理解：对故障描述、处理记录等文本进行更深层次的语义分析。2. 特征模式匹配与规则提取：应用预定义的规则（如基于关键词组合、句法模式）从文本中匹配和抽取特定故障特征（例如，从“导致系统全面瘫痪，损失严重”中提取严重等级为“高”，影响范围为“系统级”）。3. 基于模型的特征提取：利用NLP模型（如文本分类模型判断故障是否复发，序列标注模型提取原因短语）识别并提取非显式定义的特征。4. 特征归一化与结构化：将提取的特征值转换为标准格式（如枚举值、布尔值、数值范围），并组织成与对应故障事件关联的结构化特征集。 | | |
| 输出 | 结构化的故障特征数据，通常为JSON格式，每个故障事件关联一个特征列表，每个特征包含特征名、特征值、置信度、来源文本片段等信息。这些特征数据将直接用于丰富知识图谱中“故障事件”或“故障模式”类实体的属性。 | | |
| 异常处理 | 对于未能成功提取到预期特征或提取结果置信度较低的情况，系统应进行标记，并可纳入人工审核流程。处理过程中遇到无法解析的复杂因果描述或歧义表达，应记录日志。 | | |
| 性能约束 | 单条故障记录的特征提取平均处理时间应小于5秒。核心故障特征提取的准确率（针对预定义特征类型）应不低于95%。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs，可集成高级NLP库和机器学习框架。故障特征提取规则和模型应易于管理和更新，支持领域专家知识的持续注入和模型迭代。 | | |

##### 实现设备常见故障文本数据实体识别功能；（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_011）

设备常见故障文本数据关系识别功能需求描述见表51　。

1. 设备常见故障文本数据关系识别功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_012 | 需求名称 | 设备常见故障文本数据关系识别 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能旨在基于已识别出的故障相关实体，自动从文本数据中抽取这些实体之间存在的语义关系。例如，“部件A发生故障B”、“故障现象C指示故障B”、“操作D导致故障B”、“维修方法E修复故障B”、“传感器F监测参数G”等。准确的关系抽取能够揭示故障的因果链、现象与故障的关联、故障与解决方案的对应等，是构建故障知识图谱网络结构的核心步骤。 | | |
| 前提与约束 | 已完成故障相关文本的实体识别和链接（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_011），并获得带有实体类型和唯一ID标注的数据。系统已配置预定义的故障领域关系类型体系（本体的一部分，如hasSymptom, causedBy, fixedBy, occursInComponent）以及相应的关系抽取模型（如基于规则、基于远程监督、基于路径的神经网络、基于预训练语言模型如BERT进行关系分类）或模板。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_011 | | |
| 输入 | 带有实体标注（类型、ID、位置）的文本数据。通常为JSON格式，其中包含原始文本段落及段落中已识别出的实体列表。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 候选关系对生成：根据预定义的关系类型及其主语、宾语的实体类型约束，在句子内或跨句（需更复杂模型）筛选出可能的实体对。2. 特征工程：提取实体对的上下文词汇、词性、依存句法路径、实体间距离、实体类型组合、实体嵌入等特征。3. 关系分类：应用训练好的关系抽取模型对候选关系对进行分类，判断其是否构成预定义的关系类型之一，并确定关系方向。4. 对抽取出的关系进行置信度评估和筛选。5. 输出结构化的关系三元组（头实体ID，关系类型，尾实体ID），并可附带关系属性（如时间、条件）。 | | |
| 输出 | 结构化的关系列表，每个关系通常表示为（头实体ID，关系类型，尾实体ID）的三元组形式，并可包含关系来源文本、置信度、关系发生时间等属性信息。例如，JSON格式的关系列表，用于在知识图谱中创建边。 | | |
| 异常处理 | 对于置信度较低的关系，系统应进行标记，并可配置告警或转入人工辅助复核流程。处理无法识别出有效关系或实体对不符合预设关系模式的情况，记录日志并继续处理。 | | |
| 性能约束 | 单条记录中关系抽取的平均处理时间应小于5秒（对于复杂句内关系）。核心关系类型（如因果关系、现象关联）抽取的准确率（F1值）应不低于90%。支持批量处理。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs，可集成NLP库和机器学习框架。关系类型体系和抽取模型应支持灵活配置、更新和领域扩展。应考虑处理否定关系、条件关系等复杂语义。 | | |

##### 实现设备常见故障文本数据关系识别功能；（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_012）

基于设备常见故障现象文本进行故障现象特征提取功能需求描述见表52。

1. 基于设备常见故障现象文本进行故障现象特征提取功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_013 | 需求名称 | 基于设备常见故障现象文本进行故障现象特征提取 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能专注于从标准化后的故障现象描述文本中，自动识别并提取结构化的现象特征。这些特征是对现象更细致的刻画，例如现象的强度（如“微弱振动”vs“剧烈振动”）、频率（如“间歇性出现”vs“持续存在”）、颜色（如“指示灯红色闪烁”）、声音的性质（如“尖锐刺耳”）、气味、具体数值（如“温度达到150℃”）等。提取的特征将用于丰富知识图谱中“故障现象”类实体的属性，支持更精细的现象匹配和诊断推理。 | | |
| 前提与约束 | 已完成故障现象文本的标准化处理（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_005），现象描述相对规范。系统具备预定义的现象特征类型（如强度、频率、颜色、数值）、特征词典（如描述强度的词汇表）或基于NLP技术的特征提取能力。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_008 | | |
| 输入 | 标准化后的故障现象描述文本或已归类的标准现象条目。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 文本解析与模式匹配：对现象描述文本进行词法、句法分析，应用正则表达式或关键词组合规则，匹配描述特定特征的模式（如“颜色为[颜色值]”，“频率为[频率描述]”）。2. 数值与单位提取：专门提取描述中的数值及其单位（如温度值、压力值）。3. 基于分类器的特征识别：对于较难通过规则提取的特征（如主观感受的强度），可训练分类模型进行判断。4. 特征归一化：将提取的特征值转换为标准格式或枚举值（如强度等级：低、中、高）。5. 结构化输出：将提取的多个特征与对应的故障现象关联存储。 | | |
| 输出 | 结构化的现象特征数据，通常为JSON格式，每个故障现象关联一个特征列表，每个特征包含特征名、特征值、单位（若有）、来源文本等信息。这些特征数据将用于充实知识图谱中“故障现象”实体的属性。 | | |
| 异常处理 | 对于未能成功提取到预期特征或提取结果模糊不清的情况，系统应进行标记。处理过程中遇到无法解析的复杂描述，应记录日志。 | | |
| 性能约束 | 单条现象描述的特征提取平均处理时间应小于5秒。核心现象特征提取的准确率应不低于95%。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。现象特征提取规则和模型应易于管理和更新，支持领域专家知识的持续完善。 | | |

##### 实现基于设备常见故障现象文本进行故障现象特征提取功能；（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_013）

故障现象文本数据实体识别功能需求描述见表53　。

1. 故障现象文本数据实体识别功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_013 | 需求名称 | 基于设备常见故障现象文本进行故障现象特征提取 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能专注于从标准化后的故障现象描述文本中，自动识别并提取结构化的现象特征。这些特征是对现象更细致的刻画，例如现象的强度（如“微弱振动”vs“剧烈振动”）、频率（如“间歇性出现”vs“持续存在”）、颜色（如“指示灯红色闪烁”）、声音的性质（如“尖锐刺耳”）、气味、具体数值（如“温度达到150℃”）等。提取的特征将用于丰富知识图谱中“故障现象”类实体的属性，支持更精细的现象匹配和诊断推理。 | | |
| 前提与约束 | 已完成故障现象文本的标准化处理（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_005），现象描述相对规范。系统具备预定义的现象特征类型（如强度、频率、颜色、数值）、特征词典（如描述强度的词汇表）或基于NLP技术的特征提取能力。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_008 | | |
| 输入 | 标准化后的故障现象描述文本或已归类的标准现象条目。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 文本解析与模式匹配：对现象描述文本进行词法、句法分析，应用正则表达式或关键词组合规则，匹配描述特定特征的模式（如“颜色为[颜色值]”，“频率为[频率描述]”）。2. 数值与单位提取：专门提取描述中的数值及其单位（如温度值、压力值）。3. 基于分类器的特征识别：对于较难通过规则提取的特征（如主观感受的强度），可训练分类模型进行判断。4. 特征归一化：将提取的特征值转换为标准格式或枚举值（如强度等级：低、中、高）。5. 结构化输出：将提取的多个特征与对应的故障现象关联存储。 | | |
| 输出 | 结构化的现象特征数据，通常为JSON格式，每个故障现象关联一个特征列表，每个特征包含特征名、特征值、单位（若有）、来源文本等信息。这些特征数据将用于充实知识图谱中“故障现象”实体的属性。 | | |
| 异常处理 | 对于未能成功提取到预期特征或提取结果模糊不清的情况，系统应进行标记。处理过程中遇到无法解析的复杂描述，应记录日志。 | | |
| 性能约束 | 单条现象描述的特征提取平均处理时间应小于5秒。核心现象特征提取的准确率应不低于95%。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。现象特征提取规则和模型应易于管理和更新，支持领域专家知识的持续完善。 | | |

##### 实现设备常见故障现象文本数据实体识别功能；（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_014）

故障现象文本数据关系识别功能需求描述见表54　。

1. 故障现象文本数据关系识别功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_014 | 需求名称 | 故障现象文本数据实体识别 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能旨在从标准化的设备故障现象描述文本中，自动识别和标注与现象直接相关的细粒度实体。这些实体可能包括现象发生的具体位置（如“发动机前部”）、涉及的特定指示灯或仪表名称、现象相关的特定参数名（如“油压”、“转速”）等。这比宽泛的部件实体识别更为精细，有助于更准确地理解现象的上下文。 | | |
| 前提与约束 | 已完成故障现象文本数据的标准化处理（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_005）。系统已配置针对现象描述的细粒度实体类型体系（如ObservedLocation, IndicatorName, MonitoredParameter）和相应的识别模型或规则库。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_013 | | |
| 输入 | 标准化后的故障现象描述文本。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 文本预处理。2. 应用专门训练的NER模型或精细规则集，对现象描述文本进行扫描，识别出符合预定义细粒度实体类型的词汇或短语，并标注其边界和类型。3. （可选）实体链接：将识别出的实体链接到设备结构知识库中的具体位置或组件。4. 置信度评估和后处理。 | | |
| 输出 | 包含细粒度实体类型、实体指称、在文本中的位置、链接信息（若有）、置信度等信息的结构化数据。这些数据用于进一步丰富故障现象的语义描述。 | | |
| 异常处理 | 对于识别置信度较低的细粒度实体，应进行标记。 | | |
| 性能约束 | 单条现象描述的实体识别平均处理时间<5s。核心细粒度实体类型识别F1值≥95%。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。需要针对现象描述的语言特点优化NER模型或规则。 | | |

##### 实现设备常见故障现象文本数据关系识别功能；（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_015）

设备模拟仿真系统异常检测操作信息展示功能需求描述见表55　。

1. 基于设备操作使用文本进行操作特征提取功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_015 | 需求名称 | 故障现象文本数据关系识别 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能基于已从故障现象文本中识别出的细粒度实体（如现象、位置、参数、指示灯），自动抽取它们之间的局部关系。例如，“现象A发生在位置B”、“参数C的值影响现象A”、“指示灯D的状态反映现象A”等。这些内部关系有助于更完整地刻画单个故障现象的细节和上下文。 | | |
| 前提与约束 | 已完成故障现象文本的细粒度实体识别（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_014）。系统已配置针对现象内部的特定关系类型（如occursAtLocation, valueAffectsPhenomenon, indicatedBy）和抽取规则或模型。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_014 | | |
| 输入 | 带有细粒度实体标注的故障现象描述文本。 | | |
| 处理 | 实现流程类似于通用的关系抽取：1. 候选关系对生成（基于现象内部实体）。2. 特征工程。3. 应用关系抽取模型进行分类。4. 置信度评估和筛选。5. 输出结构化关系三元组。 | | |
| 输出 | 结构化的操作内部关系列表，（头实体ID，关系类型，尾实体ID），用于丰富操作事件节点的内部结构或关联属性。 | | |
| 异常处理 | 低置信度关系标记并支持人工复核。 | | |
| 性能约束 | 单条现象描述中的关系抽取平均处理时间<5s。准确率（F1值）≥90%。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栆：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。关系抽取模型需适应现象描述的简洁或省略特点。 | | |

##### 实现基于设备操作使用文本进行操作特征提取功能；（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_016）

操作使用文本数据实体识别功能需求描述见表56　。

1. 操作使用文本数据实体识别功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_016 | 需求名称 | 基于设备操作使用文本进行操作特征提取 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能专注于从标准化后的设备操作、使用及维护文本中，自动识别并提取结构化的操作特征。这些特征是对操作行为更细致的描述，例如操作的目的（如“启动”、“参数调整”、“清洁”）、操作的合规性（是否符合标准操作规程SOP）、操作的频率、操作的持续时间、操作的环境条件等。提取的特征将用于知识图谱中“操作事件”类实体的详细属性，支持对操作行为的深度分析。 | | |
| 前提与约束 | 已完成设备操作/使用/维护文本的标准化处理（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_006）。系统具备预定义的操作特征类型、操作目的词典、SOP规则库或基于NLP的特征提取能力。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_009 | | |
| 输入 | 标准化后的设备操作/使用/维护描述文本或已结构化的操作事件记录。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 文本/事件解析：对操作描述或事件记录进行分析。2. 特征模式匹配与规则提取：应用规则判断操作目的、是否符合SOP（需关联SOP知识）、提取操作时长等。3. 基于模型的特征识别：利用文本分类或序列标注模型识别操作的上下文特征（如是否在紧急情况下操作）。4. 特征归一化与结构化：将提取的特征值转换为标准格式，并与对应的操作事件关联。 | | |
| 输出 | 结构化的操作特征数据，通常为JSON格式，每个操作事件关联一个特征列表（特征名、特征值等）。这些特征用于丰富知识图谱中“操作事件”实体的属性。 | | |
| 异常处理 | 对于难以自动判断的特征（如操作合规性可能需要复杂逻辑），应标记并支持人工审核。 | | |
| 性能约束 | 单条操作记录的特征提取平均处理时间应小于5秒。核心操作特征提取的准确率应不低于95%。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。操作特征提取规则和模型应灵活可配，并能与SOP知识库等外部资源联动。 | | |

##### 实现设备操作使用文本数据实体识别功能；（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_017）

操作使用文本数据实体识别功能需求描述见表57　。

1. 操作使用文本数据实体识别功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_017 | 需求名称 | 操作使用文本数据实体识别 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能旨在从标准化的设备操作、使用及维护文本中，自动识别和标注与操作行为直接相关的核心实体。这些实体包括执行操作的人员/角色、操作中使用的具体工具或耗材、操作设定的参数名称及其值、操作针对的设备精确位置或子部件、操作依据的规程编号等。这些细粒度实体有助于完整记录操作上下文。 | | |
| 前提与约束 | 已完成设备操作/使用/维护文本数据的标准化处理（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_006）。系统已配置针对操作文本的实体类型体系（如OperatorRole, ToolUsed, ParameterSetting, TargetLocation, ProcedureID）和相应的识别模型或规则库。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_016 | | |
| 输入 | 标准化后的设备操作/使用/维护描述文本。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 文本预处理。2. 应用专门的NER模型或规则集，对操作描述文本进行扫描，识别出符合预定义操作相关实体类型的词汇或短语，并标注其边界和类型。3. （可选）实体链接：将识别出的人员链接到员工库，工具链接到工具台账等。4. 置信度评估和后处理。 | | |
| 输出 | 包含操作相关实体类型、实体指称、位置、链接信息（若有）、置信度等信息的结构化数据。这些数据用于进一步丰富操作事件的语义描述。 | | |
| 异常处理 | 对于识别置信度较低的操作相关实体，应进行标记。 | | |
| 性能约束 | 单条操作描述的实体识别平均处理时间<5s。核心操作相关实体类型识别F1值≥95%。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栆：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。需要针对操作描述的语言特点优化NER模型或规则。 | | |

##### 实现设备操作使用文本数据关系识别功能；（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_018）

操作使用文本数据关系识别功能需求描述见表58　。

1. 操作使用文本数据关系识别功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_018 | 需求名称 | 操作使用文本数据关系识别 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能基于已从操作文本中识别出的相关实体（如操作员、动作、工具、参数、目标设备/部件），自动抽取它们之间的局部关系。例如，“操作员A执行动作B”、“动作B使用工具C”、“动作B修改参数D的值为E”、“动作B作用于部件F”等。这些内部关系有助于构建详细的操作事件模型。 | | |
| 前提与约束 | 已完成操作使用文本的实体识别（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_017）。系统已配置针对操作内部的特定关系类型（如performedBy, usesTool, modifiesParameter, actsOn）和抽取规则或模型。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_017 | | |
| 输入 | 带有操作相关实体标注的文本数据。 | | |
| 处理 | 实现流程类似于通用的关系抽取：1. 候选关系对生成（基于操作内部实体）。2. 特征工程。3. 应用关系抽取模型进行分类。4. 置信度评估和筛选。5. 输出结构化关系三元组。 | | |
| 输出 | 结构化的操作内部关系列表，（头实体ID，关系类型，尾实体ID），用于丰富操作事件节点的内部结构或关联属性。 | | |
| 异常处理 | 低置信度关系标记并支持人工复核。 | | |
| 性能约束 | 单条操作描述中的关系抽取平均处理时间<5s。准确率（F1值）≥90%。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栆：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。关系抽取模型需适应操作描述的特点。 | | |

##### 实现设备故障分析技术文本数据结构化处理功能；（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_019）

设备故障分析技术文本数据结构化处理功能需求描述见表59　。

1. 设备故障分析技术文本数据结构化处理功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_019 | 需求名称 | 设备故障分析技术文本数据结构化处理 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 本功能负责将前序所有文本处理流程中（针对故障、现象、操作三大类文本）提取并处理得到的各类实体、特征及关系数据进行最终的整合、校验和结构化转换。目标是形成一个统一的、完全符合目标设备故障分析知识图谱Schema定义的标准数据集。此过程强调数据的一致性、完整性以及跨领域知识的正确关联（如将特定操作序列链接到其可能引发的故障现象或故障模式上）。 | | |
| 前提与约束 | 已完成设备故障、故障现象、操作使用三类文本的实体识别、特征提取和关系抽取。目标知识图谱的Schema（包括各类实体类型、属性定义、关系类型等）已经明确定义。系统已配置相关的全局映射规则、数据转换逻辑和一致性校验规则。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_012, SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_015, SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_018 | | |
| 输入 | 来自三类文本处理流程的结构化数据集合，包含各类已识别实体列表、特征集和关系列表。这些数据通常以JSON或其他半结构化格式存在。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 数据融合与全局实体对齐：整合三类数据源，识别并对齐跨数据源的共同实体（如在故障记录、现象描述和操作日志中都提及的同一设备或部件），确保全局实体唯一性。2. 跨领域关系构建与验证：根据业务逻辑和文本线索，建立或验证不同领域实体间的关联关系（如“操作X可能导致现象Y”，“现象Y是故障Z的前兆”）。3. 全局数据清洗与最终校验：进行跨表/跨集合的数据一致性检查，处理潜在冲突，确保整体数据的逻辑合理性和完整性。4. 统一URI/ID体系应用：为知识图谱中的每个唯一实体和关系应用全局唯一的标识符。5. 数据模型最终转换：将所有知识元素精确映射到目标知识图谱的节点、节点属性、边、边属性等最终结构。6. 格式化输出：生成符合特定图数据库导入要求的文件格式（如RDF/XML, Turtle, JSON-LD等）。7. 元数据汇总与附加：为整个结构化数据集附加来源追溯、处理版本、质量评估等元数据。 | | |
| 输出 | 完全结构化的、统一的知识图谱数据集，该数据集整合了设备故障、现象及相关操作使用的全部信息，并严格遵循预定义的知识图谱Schema。可直接用于知识图谱的批量构建或增量更新。 | | |
| 异常处理 | 全局实体对齐失败、关键跨领域关联关系缺失、或数据一致性冲突无法自动解决等问题，应记录详细日志并提示人工介入。处理流程应具备事务性，确保数据转换的原子性或可回滚性。 | | |
| 性能约束 | 对于一个完整设备或系统的相关故障、现象、操作数据集合，其整体结构化处理延迟应控制在10秒到数分钟级别（取决于数据量和复杂度）。转换准确率（符合最终Schema定义的比例）应达到99%以上。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应重点设计数据融合、全局实体解析和跨领域关系推断的逻辑。数据校验规则应全面且可配置。 | | |

#### 知识图谱管理（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_ZSTPGL）

##### 实现设备故障分析技术知识图谱构建；

设备故障分析技术知识图谱构建功能需求描述见表60　。

1. 设备故障分析技术知识图谱构建功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_ZSTPGL\_001 | 需求名称 | 设备故障分析技术知识图谱构建 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能基于前序文本处理模块输出的、已全面结构化的设备故障分析相关数据，自动完成领域知识图谱的构建与持久化存储。核心任务包括将标准化的实体、关系及属性数据高效导入选定的图数据库系统，建立和优化图谱索引以支持快速查询，并提供基础的图谱数据统计、健康度监控与概览性可视化能力。支持全量批量构建和后续的增量更新机制，确保知识图谱能够准确、及时地反映故障分析领域的知识积累和变化。 | | |
| 前提与约束 | 已完成设备故障、故障现象、操作使用相关文本数据的全面结构化处理（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_019），获得了符合目标知识图谱Schema定义的标准数据集。已选择、部署并配置了合适的图数据库系统（如Neo4j, JanusGraph, NebulaGraph, TigerGraph等）或集成的知识图谱平台。系统具备对图数据库进行数据写入、索引创建和管理的权限。网络通信通畅。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_019 | | |
| 输入 | 结构化图谱数据，通常为一系列符合图数据库导入规范的文件（如RDF Turtle/XML/N-Triples, JSON-LD, 或用于属性图的CSV节点/边文件），或通过API接口传入的结构化数据流。数据内容全面覆盖设备故障、故障现象、操作行为、相关设备/部件、传感器、参数、维修方法、故障原因、解决方案等实体及其属性，以及它们之间丰富的语义关系（如因果、伴随、依赖、影响、解决等）。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 数据加载与解析：高效读取结构化数据文件或接收数据流，并根据其格式进行解析。2. Schema符合性强校验：在导入前再次严格验证数据是否完全符合图数据库中已定义的Schema（节点标签、边类型、属性名、数据类型、约束等）。3. 实体与关系实例化（图构建）：在图数据库中批量或事务性地创建节点（代表各类实体）和边（代表实体间的关系），并为节点和边赋予相应的类型标签和属性值。4. 索引构建与优化：根据查询需求和数据特点，为图谱中的关键节点属性（如实体名称、ID、故障代码）和边类型创建或更新索引，以大幅提升图谱查询性能。5. 数据一致性与完整性维护：处理数据导入过程中可能出现的冲突（如尝试创建已存在的唯一实体），执行预设的合并、更新或忽略策略。确保导入操作的原子性和幂等性。6. 提供图谱数据统计接口（如各类实体/关系的数量、类型分布、图密度等）和系统健康状态监控功能。 | | |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_ZSTPGL\_001 | | |
| 优先级 | 高 | | |
| 说明 | 该功能基于前序文本处理模块输出的、已全面结构化的设备故障分析相关数据，自动完成领域知识图谱的构建与持久化存储。核心任务包括将标准化的实体、关系及属性数据高效导入选定的图数据库系统，建立和优化图谱索引以支持快速查询，并提供基础的图谱数据统计、健康度监控与概览性可视化能力。支持全量批量构建和后续的增量更新机制，确保知识图谱能够准确、及时地反映故障分析领域的知识积累和变化。 | | |
| 前提与约束 | 已完成设备故障、故障现象、操作使用相关文本数据的全面结构化处理（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_SJDR\_019），获得了符合目标知识图谱Schema定义的标准数据集。已选择、部署并配置了合适的图数据库系统（如Neo4j, JanusGraph, NebulaGraph, TigerGraph等）或集成的知识图谱平台。系统具备对图数据库进行数据写入、索引创建和管理的权限。网络通信通畅。 | | |

##### 实现设备故障分析技术知识图谱实体编辑功能；SBGNCSFZZTP\_FAULT\_ZSTPGL\_002）

设备故障分析知识图谱实体编辑功能需求描述见表61　。

1. 设备故障分析知识图谱实体编辑功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_ZSTPGL\_002 | 需求名称 | 设备故障分析知识图谱实体编辑 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能为授权用户提供对知识图谱中已存在的实体（如设备、部件、故障模式、故障现象、操作规程等）进行精细化编辑的能力。编辑内容可包括实体的基本属性（如名称、型号、描述文本）、分类标签（如实体类型、所属系统）、以及与其他实体的关联关系（增加、删除或修改关系类型及属性）。此功能是知识图谱生命周期管理的重要组成部分，确保知识的准确性、时效性和完整性，支持领域专家对知识图谱进行持续优化和校准。 | | |
| 前提与约束 | 用户必须具有相应的编辑权限，并通过身份验证。待编辑的实体必须已存在于知识图谱中，并通过唯一标识符（如URI或ID）进行定位。编辑操作应符合知识图谱预定义的Schema约束（如属性的数据类型、取值范围、关系的合法性等）。系统应提供清晰的编辑界面和操作指引。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_ZSTPGL\_001 | | |
| 输入 | 1. 待编辑实体的唯一标识符。 2. 需要修改的属性名及其新属性值列表。 3. 需要修改的实体标签（增加或移除）。 4. （可选）需要修改的关联关系信息，包括目标实体标识、关系类型、关系属性等。 5. 操作用户的身份信息及编辑说明（用于审计）。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 用户权限校验与实体定位：验证用户编辑权限，并根据输入标识查找图数据库中的目标实体。2. 编辑内容校验：检查待更新的属性值、标签是否符合Schema定义和业务规则。例如，数值属性是否在合理范围，枚举类型是否为预定义值。3. 数据更新执行：在图数据库中原子性地修改实体的属性、标签。对于关系变更，则相应地创建、删除或更新边。4. 变更历史记录与审计：详细记录每次编辑操作的用户、时间、修改前后的内容、编辑原因等信息，形成可追溯的审计日志。5. （可选）触发相关实体或规则的更新：如果编辑内容影响到其他关联实体或推理规则，系统可配置触发相应的联动更新或校验任务。6. 返回操作结果：向用户反馈编辑操作的成功与否及详细信息。 | | |
| 输出 | 编辑操作成功后的实体最新信息，或操作失败的错误提示。更新后的实体数据应实时反映在知识图谱的查询和可视化中。审计日志条目。 | | |
| 异常处理 | 若实体不存在、用户权限不足、或编辑内容违反Schema约束/业务规则，系统应明确提示错误原因并阻止非法修改。数据库更新操作失败时，应支持事务回滚，确保数据一致性。并发编辑冲突时，应有相应的处理机制（如乐观锁或悲观锁）。 | | |
| 性能约束 | 单个实体的典型编辑操作（如修改若干属性）的界面响应及后台处理时间应小于1秒。系统应支持高并发的编辑请求，并保证数据操作的准确性。历史记录查询性能应满足审计需求。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java（后端服务）、Vue、Nodejs（前端界面）。后端需提供安全的API接口进行实体操作。前端应提供用户友好的表单或可视化方式进行实体编辑。数据库操作应封装在服务层，确保事务性和安全性。历史记录功能可考虑使用独立的日志系统或图数据库的版本控制特性。 | | |

##### 实现设备故障分析技术知识图谱实体新增功能；（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_ZSTPGL\_003）

设备故障分析知识图谱实体新增功能需求描述见表62　。

1. 设备故障分析知识图谱实体新增功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_ZSTPGL\_003 | 需求名称 | 设备故障分析知识图谱实体新增 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能允许授权用户向设备故障分析知识图谱中手动或通过批量导入方式添加新的实体。新实体可以是现实世界中的具体设备、抽象的故障概念、新发现的故障现象、标准操作步骤等。此功能对于扩展知识图谱的覆盖范围、补充自动抽取未能覆盖的知识、以及快速响应业务需求变化至关重要。支持定义新实体的类型、属性和初始关系。 | | |
| 前提与约束 | 用户必须具有新增实体的权限。新增的实体类型必须是知识图谱Schema中已定义的，或者支持动态扩展Schema（需额外权限和流程）。新增实体的属性和关系也必须符合Schema约束。对于需要保证唯一性的实体（如具有唯一序列号的设备），系统需进行唯一性校验。批量新增时，输入数据格式需符合预定规范。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_ZSTPGL\_002 | | |
| 输入 | 1. 手动新增：通过界面表单输入的实体类型、各属性值、初始关系（目标实体、关系类型）。2. 批量新增：包含多个实体信息的结构化文件（如CSV、Excel、JSON），每条记录代表一个新实体及其属性和关系。3. 操作用户的身份信息。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 用户权限与输入校验：验证用户权限，检查输入数据的完整性、格式正确性以及是否符合Schema定义。2. 实体唯一性校验（如果适用）：对需要唯一标识的属性（如ID、名称）进行查重，防止重复创建。3. 实体实例化：在图数据库中创建新的节点，赋予其指定的类型（标签）和属性值。4. 初始关系构建：根据输入信息，创建新实体与其他已存在实体之间的关系（边）。5. 日志记录：记录新增操作的详细信息，包括操作人、时间、新增实体内容等。6. （可选）触发后续处理：如新实体创建后，可能需要触发索引更新、规则匹配或通知相关订阅者。7. 返回操作结果：反馈新增操作的成功与否，以及新实体的标识。 | | |
| 输出 | 新增成功后返回新实体的唯一标识符和核心信息。批量新增时，返回各条记录的处理状态（成功、失败及原因）。新增操作的审计日志。 | | |
| 异常处理 | 若输入数据不符合Schema、唯一性约束冲突、或用户权限不足，系统应阻止新增并给出明确错误提示。批量新增过程中，部分数据错误不应中断整个任务，应记录错误并继续处理其余数据，最终汇总报告。数据库写入失败时应有重试或回滚机制。 | | |
| 性能约束 | 单个实体手动新增的响应时间应小于1秒。批量新增能力应满足业务需求，例如每分钟处理数百至数千条实体记录（取决于实体复杂度和数据库性能）。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。后端提供API接口支持手动和批量新增。前端提供易用的表单和文件上传功能。批量导入功能应支持异步处理和进度反馈。Schema校验逻辑应与图谱定义保持一致。实体ID生成策略需仔细设计（如UUID、自增ID或基于内容的哈希）。 | | |

##### 实现设备故障分析技术知识图谱实体删除功能；（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_ZSTPGL\_004）

设备故障分析知识图谱实体删除功能需求描述见表63　。

1. 设备故障分析知识图谱实体删除功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_ZSTPGL\_004 | 需求名称 | 设备故障分析知识图谱实体删除 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能为授权用户提供从知识图谱中安全删除实体的能力。删除操作不仅移除实体本身，通常还需处理与该实体相关联的各种关系。此功能用于清理过时的、错误的或不再需要的知识，保持图谱的整洁性和准确性。支持单个实体删除和有条件的批量删除。 | | |
| 前提与约束 | 用户必须具有删除实体的权限。待删除实体必须存在于知识图谱中。系统应提供明确的删除确认机制，防止误操作。删除操作可能受到业务规则的约束，例如，某些核心实体或仍被其他重要实体依赖的实体可能不允许直接删除，或需要特殊审批流程。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_ZSTPGL\_003 | | |
| 输入 | 1. 待删除实体的唯一标识符列表（单个或多个）。2. （可选）删除条件或策略（如级联删除关联的弱实体，或仅删除实体并保留/断开关系）。3. 操作用户的身份信息及删除原因（用于审计）。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 用户权限校验与实体定位：验证权限，查找目标实体。2. 依赖关系检查：分析待删除实体是否被其他实体通过关键关系所依赖。根据预设规则判断是否允许删除，或提示用户处理依赖关系。3. 删除预处理与确认：向用户展示将受影响的关联实体或关系（如果适用），并要求最终确认。4. 执行删除操作：从图数据库中移除目标实体节点及其所有关联的边。根据策略，可能还需要递归删除某些类型的关联实体。5. 日志记录：详细记录删除操作的用户、时间、被删除实体信息、原因等。6. （可选）触发后续清理：如更新相关索引、清理缓存等。7. 返回操作结果：反馈删除操作的成功与否。 | | |
| 输出 | 删除操作的结果状态（成功/失败）。若删除失败，返回具体原因（如权限不足、实体不存在、存在强依赖关系等）。删除操作的审计日志。 | | |
| 异常处理 | 若实体不存在或用户无权限，操作失败并提示。若实体存在关键依赖关系且策略不允许直接删除，应阻止操作并向用户说明依赖详情。数据库删除操作失败时，应有机制保证数据一致性（如图谱部分删除不完整）。提供软删除（标记为已删除而非物理删除）选项作为一种安全策略。 | | |
| 性能约束 | 单个实体删除的响应时间应小于1秒。批量删除操作的性能应能处理预期规模的数据清理任务。依赖关系检查的效率对于复杂图谱尤为重要。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。后端API应严格控制删除权限。删除逻辑需仔细处理图数据库中节点和边的删除语义（如级联删除、悬空边处理）。应提供清晰的警告和二次确认机制以防误删。软删除机制可以通过为实体添加特定状态属性来实现。 | | |

##### 实现设备故障分析技术知识图谱关系新增功能；（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_ZSTPGL\_005）

设备故障分析知识图谱关系新增功能需求描述见表64　。

1. 设备故障分析知识图谱关系新增功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_ZSTPGL\_005 | 需求名称 | 设备故障分析知识图谱关系新增 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能允许授权用户在知识图谱中已存在的两个实体之间手动或批量创建新的语义关系。关系是构成知识图谱网络结构的核心，表达了实体间的各种联系（如“部件A” isComponentOf “设备X”，“故障Y” causedBy “原因Z”）。此功能支持定义关系的类型、方向以及关系自身的属性（如关系发生的置信度、时间戳等），对于丰富图谱连接、完善知识逻辑链条至关重要。 | | |
| 前提与约束 | 用户必须具有新增关系的权限。关系所连接的头实体和尾实体必须已存在于知识图谱中。新增的关系类型必须是知识图谱Schema中已定义的，并且符合该关系类型对头尾实体类型的约束。关系属性也需符合Schema定义。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_ZSTPGL\_004 | | |
| 输入 | 1. 头实体的唯一标识符。2. 尾实体的唯一标识符。3. 关系类型（如 hasSymptom, fixedBy）。4. （可选）关系的方向（如果关系类型本身未定义方向或支持双向）。5. （可选）关系的属性列表及其值（如 confidence: 0.9, observed\_time: "2023-10-26T10:00:00Z"）。6. 操作用户的身份信息。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 用户权限与实体定位：验证权限，并根据输入标识查找头实体和尾实体。2. Schema符合性校验：检查指定的关系类型是否允许连接给定的头尾实体类型，以及关系属性是否符合定义。3. 关系唯一性/冲突检查（如果适用）：某些场景下可能不允许在同一对实体间重复创建完全相同的关系，或存在互斥关系。4. 创建关系实例：在图数据库中，在头实体节点和尾实体节点之间创建一条新的边，赋予其指定的类型（标签）和方向，并设置其属性。5. 日志记录：记录新增关系的操作人、时间、涉及实体、关系类型及属性等信息。6. （可选）触发索引更新或规则引擎：新关系的建立可能影响图谱的查询性能或触发某些推理。7. 返回操作结果。 | | |
| 输出 | 新增关系成功后返回关系的相关信息（如系统生成的唯一关系ID，或确认信息）。若操作失败，返回详细错误原因。新增关系的审计日志。 | | |
| 异常处理 | 若头/尾实体不存在、用户权限不足、关系类型或实体类型不匹配Schema、或违反唯一性/业务规则，系统应阻止新增并明确提示。数据库创建关系操作失败时，应确保操作的原子性。 | | |
| 性能约束 | 单条关系手动新增的响应时间应小于1秒。批量新增关系的能力应满足业务需求。Schema校验和实体查找的效率是关键。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。后端API应支持关系创建。前端界面可提供可视化方式选择实体并建立连接，或通过表单填写关系信息。关系类型和属性应从Schema动态加载供用户选择。批量新增关系功能可支持从CSV等文件导入（头实体ID, 关系类型, 尾实体ID, 属性...）。 | | |

##### 实现设备故障分析技术知识图谱动态化展示功能；（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_ZSTPGL\_006）

设备故障分析知识图谱动态化展示功能需求描述见表65　。

1. 设备故障分析知识图谱动态化展示功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_ZSTPGL\_006 | 需求名称 | 设备故障分析知识图谱动态化展示 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 支持知识图谱实体、关系的交互式可视化展示 | | |
| 前提与约束 | 图谱数据已准备完毕 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_ZSTPGL\_005 | | |
| 输入 | 图谱实体、关系数据 | | |
| 处理 | 可视化渲染、检索、过滤、联动操作 | | |
| 输出 | 动态知识图谱可视化界面 | | |
| 异常处理 | 渲染异常自动提示与日志 | | |
| 性能约束 | 万级节点秒级渲染，交互延迟<1s | | |
| 设计与实现约束 | SpringBoot、Java、Vue、Nodejs | | |

#### 接入仿真模拟系统（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_FSXT）

##### 实现设备仿真模拟系统故障数据交互功能；（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_FSXT\_001）

设备仿真模拟系统故障数据交互功能需求描述见表66　。

1. 设备仿真模拟系统故障数据交互功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_FSXT\_001 | 需求名称 | 设备仿真模拟系统故障数据交互 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能旨在建立设备仿真模拟系统与设备故障分析技术知识图谱系统之间的数据桥梁，实现两者数据的双向、实时或准实时交互。一方面，仿真系统在模拟设备运行过程中产生的故障事件、故障现象、相关参数变化、操作序列等数据，能够被知识图谱系统捕获和利用，以丰富和验证知识图谱内容，特别是用于故障演化路径、故障模式的验证与发现。另一方面，知识图谱中积累的故障诊断知识、维修策略、历史案例等，可以反馈给仿真系统，用于指导仿真场景设计、优化故障注入逻辑、或在仿真环境中进行故障诊断与决策的模拟演练。 | | |
| 前提与约束 | 仿真模拟系统与知识图谱系统均已部署完成，并具备对外数据交互的接口能力（如API、消息队列、数据库直连等）。双方系统的接口协议、数据格式、安全认证机制等已预先定义并配置妥当。网络通信链路稳定可靠，并具有足够的带宽支持数据传输。已明确交互数据的范围、频率和触发条件。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_ZSTPGL\_006 | | |
| 输入 | 从仿真系统输入：模拟产生的故障数据（故障代码、发生时间、影响部件、现象描述）、设备运行参数（传感器读数、设定值）、用户操作记录、环境条件数据等。数据格式可为JSON、XML、CSV或特定协议报文。从知识图谱系统输入（用于指导仿真）：故障诊断规则、历史故障案例特征、维修知识、特定故障模式的触发条件等。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 接口适配与连接管理：建立并维护与仿真系统接口的稳定连接。2. 数据采集与监听：实时监听或定期轮询仿真系统输出的数据。3. 数据格式转换与校验：将接收到的仿真数据转换为知识图谱系统可识别的标准化格式，并进行有效性、完整性校验。4. 数据路由与分发：根据数据类型和内容，将仿真数据推送至知识图谱的数据处理、存储或分析模块。5. 反向数据推送：将知识图谱中的相关知识（如诊断建议）按需推送回仿真系统。6. 交互日志记录与状态监控：记录数据交互的详细日志，监控接口状态和数据同步情况。 | | |
| 输出 | 成功同步到知识图谱系统的仿真数据（结构化或半结构化），可用于知识图谱的更新、验证或分析。成功推送到仿真系统的知识图谱数据，用于指导仿真实验。数据同步结果反馈信息（成功、失败、错误详情）。 | | |
| 异常处理 | 对于接口通信失败、数据格式错误、数据校验不通过等情况，系统应记录错误日志，并根据预设策略进行重试（如网络抖动）、告警通知人工介入、或跳过错误数据。应确保单次交互失败不影响后续交互任务。对于关键数据同步失败，应有明确的应急处理预案。 | | |
| 性能约束 | 单条仿真故障事件数据的同步延迟（从仿真系统产生到知识图谱系统接收并初步处理完成）应小于2秒。系统应能支持仿真系统高频产生数据的并发处理能力，例如每秒处理数百条参数更新或数十条故障事件。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用松耦合的接口设计，支持多种通信协议（如RESTful API, WebSocket, MQTT, Kafka等）。数据转换模块应灵活可配置，以适应不同仿真系统的数据格式。交互过程需考虑数据安全与加密。 | | |

##### 实现设备仿真模拟系统故障数据预处理、存储功能（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_FSXT\_002）

设备仿真模拟系统故障数据预处理、存储功能需求描述见表67　。

1. 设备仿真模拟系统故障数据预处理、存储功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_FSXT\_002 | 需求名称 | 设备仿真模拟系统故障数据预处理、存储 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能负责对从设备仿真模拟系统交互获取的原始故障相关数据进行一系列预处理操作，包括数据清洗、格式转换、标准化、以及必要的初步特征提取，最终将处理后的高质量数据结构化存储，为后续的知识图谱融合、故障分析和模型训练提供可靠的数据基础。 | | |
| 前提与约束 | 已通过设备仿真模拟系统故障数据交互功能（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_FSXT\_001）成功获取到仿真数据。已定义清晰的数据预处理规则、标准化规范（如与真实故障数据对齐的术语、单位、编码体系）和目标存储结构（如数据库表结构、文件格式）。具备相应的存储资源和访问权限。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_FSXT\_001 | | |
| 输入 | 从仿真系统交互模块传入的原始故障数据流或批量数据文件。数据内容可能包括模拟的故障事件、传感器读数序列、操作日志、设备状态快照等。数据格式可能多样，需要统一处理。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 数据清洗：去除噪声数据（如模拟过程中的无效读数、重复记录）、处理缺失值（根据策略填充、标记或删除）、纠正明显错误值。2. 数据转换：将不同格式的仿真数据（如特定日志格式、二进制数据）转换为统一的内部处理格式（如JSON、结构化对象）。3. 数据标准化：对齐仿真数据中的术语（如故障名称、部件标识）与知识图谱标准词汇；统一单位制式；规范化时间戳格式等。4. （可选）初步特征工程：从原始仿真数据中提取一些基础特征，如参数的统计特征（均值、方差）、事件发生的频率等，便于后续分析。5. 结构化映射与存储：将预处理后的数据映射到预定义的存储模型（如关系型数据库表、NoSQL文档、时序数据库等），并进行持久化存储。6. 元数据记录：记录数据的来源、预处理步骤、时间戳等元数据信息，以保证数据的可追溯性。 | | |
| 输出 | 清洗、转换并标准化后的结构化仿真故障数据，存储于指定的数据库或数据仓库中。输出数据应具备良好的质量和一致性，可以直接被知识图谱构建模块或故障分析模块使用。预处理过程的日志和报告。 | | |
| 异常处理 | 对于无法自动清洗或标准化的异常数据，系统应进行标记，并记录详细错误信息，可配置告警通知人工审核或介入处理。预处理过程中发生错误应有明确的错误处理机制，如跳过单条错误记录并继续处理，或在关键错误时暂停任务。存储失败时应有重试机制。 | | |
| 性能约束 | 对于典型的批量仿真数据集（如包含数小时仿真运行产生的数百万条参数记录和数百个故障事件），整体预处理和存储的延迟应在可接受范围内，例如批量数据处理时间应小于5秒到数分钟（取决于数据量和处理复杂度）。单条实时仿真事件的预处理和存储延迟应小于1秒。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs，可结合ETL工具或数据处理框架（如Apache NiFi, Spark, Flink）。预处理规则和标准化映射表应设计为可配置、可扩展的。存储方案应根据数据特性（如时序性、结构化程度）和查询需求进行选择。 | | |

##### 实现设备模拟仿真系统故障分析信息展示功能，结合知识图谱展示设备故障分析信息。（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_FSXT\_003）

设备模拟仿真系统异常检测操作信息展示功能需求描述见表68　。

1. 设备模拟仿真系统异常检测操作信息展示功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_FSXT\_003 | 需求名称 | 设备模拟仿真系统故障分析信息展示 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能旨在提供一个集成的可视化界面，将设备仿真模拟过程中产生的故障相关信息与知识图谱中存储的领域知识（如故障定义、原因、影响、解决方案、历史案例等）进行深度融合与联动展示。用户可以通过该界面直观地观察仿真故障的发生、发展过程，并实时或事后获取知识图谱提供的相关分析、诊断辅助和决策支持信息，从而增强对故障机理的理解，评估诊断策略的有效性，或进行故障处理的模拟演练。 | | |
| 前提与约束 | 设备仿真模拟系统故障数据已通过预处理和存储（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_FSXT\_002），并能与知识图谱数据（SBGNCSFZZTP\_FAULT\_ZSTPGL\_001）进行有效的关联和查询。已设计好多维度信息展示的界面布局和交互逻辑。具备前端可视化技术栈和后端数据服务支持。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_FAULT\_FSXT\_002 | | |
| 输入 | 经过预处理和结构化存储的仿真故障数据（如故障事件序列、关键参数曲线、操作日志）。知识图谱数据（通过API查询获取的与当前仿真故障相关的实体、关系、属性信息，如故障定义、可能原因、推荐排查步骤、相关部件信息等）。用户交互指令（如选择特定故障事件、查询相关知识、时间轴拖动等）。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 仿真数据可视化：将仿真产生的故障序列、参数变化（如曲线图、仪表盘）、设备状态等信息以直观方式展示。2. 知识图谱关联查询：当仿真中出现特定故障或用户选择某个故障事件时，系统自动或根据用户请求，向知识图谱查询与该故障相关的知识（如故障的定义、可能原因、历史相似案例、推荐解决方案等）。3. 信息融合与联动展示：将查询到的知识图谱信息与仿真场景数据在同一界面或关联视图中进行展示，例如，在仿真故障旁边显示其在知识图谱中的详细描述和诊断路径；点击仿真中的某个部件，展示其在知识图谱中的属性和关联故障。4. 动态交互与钻取：支持用户通过点击、筛选、搜索等方式与可视化界面进行交互，深入探索仿真数据和关联知识。例如，时间轴回放仿真过程，同时高亮显示知识图谱中对应的故障演化阶段。5. （可选）分析结果呈现：如果后端进行了基于仿真数据和知识图谱的分析（如故障诊断推理），将分析结果（如最可能的故障原因、推荐的维修步骤）在界面上清晰展示。 | | |
| 输出 | 一个集成的、动态的、交互式的可视化展示界面。该界面能够同时呈现设备仿真过程中的故障信息和来自知识图谱的深度分析与背景知识。用户可以通过此界面全面理解仿真故障，并获得基于知识的洞察。 | | |
| 异常处理 | 对于数据查询失败（如知识图谱服务无响应、查询结果为空）、数据格式不兼容或可视化组件渲染错误等情况，系统应提供友好的错误提示，并记录日志。应确保部分数据或组件的展示问题不影响整体界面的可用性。 | | |
| 性能约束 | 界面加载时间应小于5秒。用户交互操作（如点击、查询）的响应时间应小于2秒，确保流畅的用户体验。对于大规模仿真数据（如长时间运行记录）的可视化，应采用合适的数据聚合、懒加载或分片技术保证性能。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、后端API服务；Vue、Nodejs、ECharts、D3.js、Vis.js等前端可视化库。界面设计应遵循用户中心原则，信息布局清晰，交互直观。后端需提供高效的数据查询和整合接口。应考虑可扩展性，方便未来集成更多类型的仿真数据和知识图谱分析结果。 | | |

### 设备维护修理技术知识图谱

设备维护修理技术知识图谱系统旨在对设备常见故障处置方法、典型设备维护方法等多源数据进行采集、标准化、分析、特征提取、实体关系识别与结构化处理，最终实现维护修理领域知识的图谱化管理与应用，提升设备维护修理决策和智能服务能力。

#### 文本处理

##### 实现设备常见故障处置方法文本数据提取功能；（SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_001）

设备常见故障处置方法文本数据提取功能需求描述见表69　。

1. 设备常见故障处置方法文本数据提取功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_001 | 需求名称 | 设备常见故障处置方法文本数据提取 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能旨在通过自然语言处理及文本解析技术，自动从设备常见故障处置相关的各类文档（如维修手册、故障排除指南、技术案例、经验总结、工单记录等）中提取关键处置方法信息。包括适用的故障现象、处置步骤、所需工具/备件、注意事项、预期效果等，为后续的处置知识结构化和知识图谱构建提供原始数据输入。 | | |
| 前提与约束 | 已配置并接入相关的文本数据源（如维修知识库、CMMS系统、技术文档库等），并具备相应的读取权限。输入的文本数据质量应达到基本可解析的程度。系统已预置或可配置针对不同处置文档类型的解析模板和维修领域关键词库。 | | |
| 上级需求标识 | 维护修理数据导入 | | |
| 输入 | 设备常见故障处置方法相关的文本文件或数据流，格式包括但不限于PDF、Word文档、Excel表格、纯文本、HTML等。输入源可包括标准维修规程、工程师编写的处置报告、在线知识社区内容等。输入数据需包含故障描述、处置步骤、所需资源等关键要素。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 自动识别输入文件/数据流格式并进行内容解析与转码。2. 文本预处理，包括分句、分段、去除无关字符和格式噪声。3. 基于规则或机器学习模型的关键词、关键短语识别与抽取，重点关注适用故障、处置动作序列、所需工具、备件型号、安全警告、操作技巧等。4. （可选）从表格或列表中提取结构化步骤。5. 初步结构化处理，将提取的信息映射到预定义的处置方法数据字段。6. 对提取结果进行初步的有效性校验和数据清洗。 | | |
| 输出 | 结构化或半结构化的原始故障处置方法数据，通常为JSON、XML或表单格式。内容应包括处置方法ID、适用故障现象/代码、处置标题/摘要、详细步骤描述（可为有序列表）、所需工具清单、所需备件清单、工时估算、安全注意事项、成功标准等。输出数据可推送至后续的数据标准化模块。 | | |
| 异常处理 | 对于无法解析的文档格式、内容严重缺失或加密文档，系统应记录错误日志，并标记该数据，可选择跳过或提示人工介入。提取过程中置信度较低的信息应进行标记。单个文件处理失败不影响批量任务的继续执行。 | | |
| 性能约束 | 单个典型维修手册章节（如针对某一故障的处置方法，约5-10页）的处理时间应小于10秒。系统应支持每日处理至少数百份处置方法文档的批量导入与并发处理能力。关键处置信息提取的准确率（F1值）应不低于95%。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用模块化设计，方便集成不同的文本解析库和NLP工具。提取规则和模型应可配置、可扩展，以适应不同类型和来源的处置文档。 | | |

##### 实现典型设备维护方法文本数据提取功能；（SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_002）

典型设备维护方法文本数据提取功能需求描述见表70　。

1. 典型设备维护方法文本数据提取功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_002 | 需求名称 | 典型设备维护方法文本数据提取 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 该功能专注于从典型设备的预防性维护、定期保养、大修等相关的各类文档（如维护计划、保养手册、大修规程、作业指导书等）中自动提取关键维护方法信息。包括维护任务名称、执行周期、维护步骤、所需工具/材料、质量标准、安全要求等，为构建设备维护知识体系提供原始数据。 | | |
| 前提与约束 | 已配置并接入相关的维护文档数据源，具备读取权限。输入的文本数据质量应满足基本解析要求。系统已预置或可配置针对维护文档的解析模板和关键词库。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_001 | | |
| 输入 | 典型设备维护方法相关的文本文件或数据流，格式多样。输入源可包括设备制造商提供的保养手册、企业内部制定的维护规程、行业标准维护指南等。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 自动识别文件格式并进行内容解析。2. 文本预处理。3. 关键信息抽取：利用NLP技术识别维护任务、周期、步骤描述、所需资源（工具、材料、人力）、检查点、验收标准、安全规范等。4. （可选）从维护计划表或流程图中提取结构化信息。5. 初步结构化：将提取信息映射到预定义的维护方法数据字段。6. 有效性校验和数据清洗。 | | |
| 输出 | 结构化的原始维护方法数据，通常为JSON或XML格式。内容应包括维护方法ID、适用设备型号、维护类型（如日保、月保、年修）、执行周期、维护项目清单、详细操作步骤、所需工具/材料列表、工时定额、质量与安全要求等。 | | |
| 异常处理 | 对于无法解析或关键信息缺失的维护文档，记录错误并标记。提取置信度低的信息应进行标记。单个文件处理失败不影响批量任务。 | | |
| 性能约束 | 单个典型维护规程（如20页）的处理时间应小于10秒。系统应支持每日处理数百份维护文档。关键维护信息提取准确率不低于95%。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。提取规则和模型应可配置和扩展，以适应不同设备和维护类型的文档。 | | |

##### 实现设备常见故障处置文本数据标准化处理功能；（SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_003）

设备常见故障处置文本数据标准化处理功能需求描述见表71　。

1. 设备常见故障处置文本数据标准化处理功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_003 | 需求名称 | 设备常见故障处置文本数据标准化处理 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 对处置方法文本数据进行字段、单位、命名等标准化处理，确保数据的一致性和可比对性。 | | |
| 前提与约束 | 已完成数据提取，输入数据需具备基本的结构化特征。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_001 | | |
| 输入 | 提取后的原始处置方法结构化数据，包含故障描述、处置步骤、所需资源等。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 字段匹配：将提取的数据字段与标准字段进行匹配。2. 单位换算：将不同单位的数值进行统一换算。3. 命名规范：统一命名规则，确保一致性。4. 异常检测：识别并标记异常数据。 | | |
| 输出 | 标准化后的结构化数据，确保数据的一致性和可比对性。 | | |
| 异常处理 | 对于标准不匹配项，系统应自动标记并提示人工复核。 | | |
| 性能约束 | 处理延迟应小于5秒，标准化准确率应不低于98%。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用模块化设计，方便集成不同的标准化规则和工具。 | | |

##### 实现典型设备维护方法数据标准化处理功能；（SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_004）

典型设备维护方法数据标准化处理功能需求描述见表72　。

1. 典型设备维护方法数据标准化处理功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_004 | 需求名称 | 典型设备维护方法数据标准化处理 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 对典型维护方法数据进行字段、术语、单位等标准化处理，确保数据的一致性和可比对性。 | | |
| 前提与约束 | 已完成维护方法数据提取，输入数据需具备基本的结构化特征。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_002 | | |
| 输入 | 提取后的典型维护方法结构化数据，包含维护任务、周期、步骤描述等。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 字段规范：将提取的数据字段与标准字段进行匹配。2. 术语统一：统一维护领域的术语。3. 单位转换：将不同单位的数值进行统一换算。 | | |
| 输出 | 标准化后的维护方法数据，确保数据的一致性和可比对性。 | | |
| 异常处理 | 对于非法字段，系统应自动标记并提示人工复核。 | | |
| 性能约束 | 处理延迟应小于5秒，标准化准确率应不低于98%。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用模块化设计，方便集成不同的标准化规则和工具。 | | |

##### 实现设备常见故障处置文本分析功能；（SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_005）

设备常见故障处置文本分析功能需求描述见表73　。

1. 设备常见故障处置文本分析功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_005 | 需求名称 | 设备常见故障处置文本分析 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 对标准化后的故障处置方法数据进行模式、趋势、相关性分析，提升对常见故障处置知识的智能分析和趋势挖掘能力。 | | |
| 前提与约束 | 已完成数据标准化，输入数据需具备基本的结构化特征。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_003 | | |
| 输入 | 标准化后的处置方法数据，包含故障描述、处置步骤、所需资源等。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 模式识别：识别常见的故障处置模式。2. 统计分析：对处置方法进行统计分析。3. 趋势分析：分析故障处置方法的趋势。 | | |
| 输出 | 分析报告、统计结果，提供对故障处置方法的深入理解。 | | |
| 异常处理 | 对于数据缺失或异常，系统应自动标记并提示人工复核。 | | |
| 性能约束 | 支持批量分析，响应时间应小于10秒。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用模块化设计，方便集成不同的分析工具和算法。 | | |

##### 实现典型设备维护方法分析功能；（SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_006）

典型设备维护方法分析功能需求描述见表74　。

1. 典型设备维护方法分析功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_006 | 需求名称 | 典型设备维护方法分析 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 对标准化后的典型维护方法数据进行统计分析、规律挖掘，支持典型维护方法知识的多维度分析与规律发现。 | | |
| 前提与约束 | 已完成维护方法数据标准化，输入数据需具备基本的结构化特征。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_004 | | |
| 输入 | 标准化后的典型维护方法数据，包含维护任务、周期、步骤描述等。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 统计分析：对维护方法进行统计分析。2. 模式挖掘：挖掘维护方法的规律。 | | |
| 输出 | 维护方法分析报告、统计表，提供对维护方法的深入理解。 | | |
| 异常处理 | 对于数据异常，系统应自动标记并提示人工复核。 | | |
| 性能约束 | 支持批量分析，响应时间应小于10秒。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用模块化设计，方便集成不同的分析工具和算法。 | | |

##### 实现基于典型设备常见故障处置方法文本进行故障处置方法特征提取功能；（SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_007）

设备模拟仿真系统异常检测操作信息展示功能需求描述见表75　。

1. 基于常见故障处置方法文本的特征提取功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_007 | 需求名称 | 基于常见故障处置方法文本的特征提取 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 自动识别与提取故障处置方法特征，包括步骤、工具、适用条件等，为知识图谱实体建模提供丰富的特征信息。 | | |
| 前提与约束 | 已完成处置方法数据标准化，输入数据需具备基本的结构化特征。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_005 | | |
| 输入 | 标准化后的处置方法数据，包含故障描述、处置步骤、所需资源等。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 特征识别：识别故障处置方法的特征。2. 结构化抽取：将特征信息进行结构化处理。 | | |
| 输出 | 故障处置方法特征列表，提供对故障处置方法的深入理解。 | | |
| 异常处理 | 对于置信度低的特征，系统应自动标记并提示人工复核。 | | |
| 性能约束 | 特征提取准确率应不低于95%，处理延迟应小于5秒。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用模块化设计，方便集成不同的特征提取工具和算法。 | | |

##### 实现基于典型设备常见维护方法文本进行设备维护方法特征提取功能；（SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_008）

基于典型维护方法文本的特征提取功能需求描述见表76　。

1. 基于典型维护方法文本的特征提取功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_008 | 需求名称 | 基于典型维护方法文本的特征提取 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 自动识别与提取典型设备维护方法特征，提取典型维护方法的关键特征，丰富知识图谱内容。 | | |
| 前提与约束 | 已完成维护方法数据标准化，输入数据需具备基本的结构化特征。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_006 | | |
| 输入 | 标准化后的典型维护方法数据，包含维护任务、周期、步骤描述等。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 特征识别：识别维护方法的特征。2. 结构化抽取：将特征信息进行结构化处理。 | | |
| 输出 | 维护方法特征列表，提供对维护方法的深入理解。 | | |
| 异常处理 | 对于置信度低的特征，系统应自动标记并提示人工复核。 | | |
| 性能约束 | 特征提取准确率应不低于95%，处理延迟应小于5秒。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用模块化设计，方便集成不同的特征提取工具和算法。 | | |

##### 实现设备常见故障处置方法文本数据实体识别功能；（SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_009）

常见故障处置方法文本数据实体识别功能需求描述见表77　。

1. 常见故障处置方法文本数据实体识别功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_009 | 需求名称 | 常见故障处置方法文本数据实体识别 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 自动识别文本中的设备、部件、处置方法等关键实体，识别处置方法文本中的实体，为后续关系抽取打基础。 | | |
| 前提与约束 | 已完成文本标准化，输入数据需具备基本的结构化特征。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_007 | | |
| 输入 | 标准化后的处置方法结构化数据，包含故障描述、处置步骤、所需资源等。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 实体识别：识别文本中的关键实体。2. 命名实体标注：对识别的实体进行标注。3. 实体消歧：消除同名实体的歧义。 | | |
| 输出 | 实体列表、实体标注数据，提供对文本中关键实体的深入理解。 | | |
| 异常处理 | 对于置信度低的实体，系统应自动标记并提示人工复核。 | | |
| 性能约束 | 实体识别准确率应不低于95%，处理延迟应小于5秒。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用模块化设计，方便集成不同的实体识别工具和算法。 | | |

##### 实现设备常见故障处置方法文本数据关系识别功能；（SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_010）

常见故障处置方法文本数据关系识别功能需求描述见表78　。

1. 常见故障处置方法文本数据关系识别功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_010 | 需求名称 | 常见故障处置方法文本数据关系识别 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 自动识别文本中实体间的业务和逻辑关系，建立处置方法相关实体之间的结构化联系。 | | |
| 前提与约束 | 已完成实体识别，输入数据需具备基本的结构化特征。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_009 | | |
| 输入 | 实体标注数据，包含故障描述、处置步骤、所需资源等。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 关系模式匹配：匹配实体间的关系模式。2. 业务规则推理：根据业务规则推理实体间的关系。3. 关系抽取：抽取实体间的关系。 | | |
| 输出 | 关系对列表、关系标注数据，提供对文本中实体间关系的深入理解。 | | |
| 异常处理 | 对于置信度低的关系，系统应自动标记并提示人工复核。 | | |
| 性能约束 | 关系识别准确率应不低于90%，处理延迟应小于5秒。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用模块化设计，方便集成不同的关系识别工具和算法。 | | |

##### 实现典型设备维护方法文本数据实体识别功能；（SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_011）

典型设备维护方法文本数据实体识别功能需求描述见表79　。

1. 典型设备维护方法文本数据实体识别功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_011 | 需求名称 | 典型设备维护方法文本数据实体识别 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 自动识别典型维护方法文本中的设备、部件、维护方法等关键实体，实现典型维护方法文本中的关键实体抽取。 | | |
| 前提与约束 | 已完成文本标准化，输入数据需具备基本的结构化特征。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_008 | | |
| 输入 | 标准化后的典型维护方法结构化数据，包含维护任务、周期、步骤描述等。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 实体识别：识别文本中的关键实体。2. 命名实体标注：对识别的实体进行标注。 | | |
| 输出 | 实体列表、实体标注数据，提供对文本中关键实体的深入理解。 | | |
| 异常处理 | 对于置信度低的实体，系统应自动标记并提示人工复核。 | | |
| 性能约束 | 实体识别准确率应不低于95%，处理延迟应小于5秒。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用模块化设计，方便集成不同的实体识别工具和算法。 | | |

##### 实现典型设备维护方法文本数据关系识别功能；（SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_012）

典型设备维护方法文本数据关系识别功能需求描述见表80　。

1. 典型设备维护方法文本数据关系识别功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_012 | 需求名称 | 典型设备维护方法文本数据关系识别 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 自动识别典型维护方法文本中实体间的关系，结构化典型维护方法实体间的多元关系。 | | |
| 前提与约束 | 已完成实体识别，输入数据需具备基本的结构化特征。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_011 | | |
| 输入 | 实体标注数据，包含维护任务、周期、步骤描述等。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 关系抽取：抽取实体间的关系。2. 规则推理：根据业务规则推理实体间的关系。 | | |
| 输出 | 关系对列表、关系标注数据，提供对文本中实体间关系的深入理解。 | | |
| 异常处理 | 对于置信度低的关系，系统应自动标记并提示人工复核。 | | |
| 性能约束 | 关系识别准确率应不低于90%，处理延迟应小于5秒。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用模块化设计，方便集成不同的关系识别工具和算法。 | | |

##### 实现设备故障处置方法文本数据结构化处理功能；（SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_013）

故障处置方法文本数据结构化处理功能需求描述见表81　。

1. 故障处置方法文本数据结构化处理功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_013 | 需求名称 | 故障处置方法文本数据结构化处理 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 将实体、关系、特征等进一步结构化，形成知识图谱数据模型，形成知识图谱构建的高质量结构化数据源。 | | |
| 前提与约束 | 已完成实体与关系抽取，输入数据需具备基本的结构化特征。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_010 | | |
| 输入 | 实体及关系标注数据、特征列表，包含故障描述、处置步骤、所需资源等。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 数据清洗：清洗输入数据。2. 结构化建模：将数据建模为知识图谱。3. 格式转换：将数据转换为RDF、JSON-LD等格式。 | | |
| 输出 | 结构化图谱数据，提供对故障处置方法的深入理解。 | | |
| 异常处理 | 对于格式转换失败的数据，系统应记录日志并提示人工复核。 | | |
| 性能约束 | 结构化处理延迟应小于10秒，准确率应不低于98%。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用模块化设计，方便集成不同的结构化处理工具和算法。 | | |

##### 实现设备故障处置知识图谱构建；（SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_014）

设备故障处置知识图谱构建功能需求描述见表82　。

1. 设备故障处置知识图谱构建功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_014 | 需求名称 | 设备故障处置知识图谱构建 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 自动构建设备故障处置领域知识图谱，支持设备故障处置知识的图谱化、可视化和智能服务。 | | |
| 前提与约束 | 已完成结构化处理，输入数据需具备基本的结构化特征。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_013 | | |
| 输入 | 结构化图谱数据，包含故障描述、处置步骤、所需资源等。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 图谱构建：构建设备故障处置知识图谱。2. 实体关系映射：映射实体间的关系。3. 可视化渲染：渲染知识图谱。 | | |
| 输出 | 故障处置知识图谱、可视化界面，提供对故障处置方法的深入理解。 | | |
| 异常处理 | 对于构建失败的数据，系统应自动重试并记录异常日志。 | | |
| 性能约束 | 万级实体秒级构建，查询延迟应小于1秒。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用模块化设计，方便集成不同的图谱构建工具和算法。 | | |

##### 实现典型设备维护方法文本数据结构化处理功能；（SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_015）

典型设备维护方法文本数据结构化处理功能需求描述见表83　。

1. 典型设备维护方法文本数据结构化处理功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_015 | 需求名称 | 典型设备维护方法文本数据结构化处理 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 将典型设备维护方法相关实体、关系、特征进一步结构化，形成知识图谱数据模型，提升维护知识的结构化和图谱化利用水平。 | | |
| 前提与约束 | 已完成实体与关系抽取，输入数据需具备基本的结构化特征。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_012 | | |
| 输入 | 实体及关系标注数据、特征列表，包含维护任务、周期、步骤描述等。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 数据清洗：清洗输入数据。2. 结构化建模：将数据建模为知识图谱。3. 格式转换：将数据转换为RDF、JSON-LD等格式。 | | |
| 输出 | 结构化图谱数据，提供对维护方法的深入理解。 | | |
| 异常处理 | 对于格式转换失败的数据，系统应记录日志并提示人工复核。 | | |
| 性能约束 | 结构化处理延迟应小于10秒，准确率应不低于98%。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用模块化设计，方便集成不同的结构化处理工具和算法。 | | |

#### 知识图谱管理（SBGNCSFZZTP\_MAINT\_ZSTPGL）

##### 实现典型设备维护知识图谱构建（SBGNCSFZZTP\_MAINT\_ZSTPGL\_001）；

设备模拟仿真系统异常检测操作信息展示功能需求描述见表84　。

1. 设备模拟仿真系统异常检测操作信息展示功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_ZSTPGL\_001 | 需求名称 | 典型设备维护知识图谱构建 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 自动构建设备维护领域知识图谱，支持实体、关系、属性的管理与可视化，实现维护知识的系统化、结构化和智能化管理。 | | |
| 前提与约束 | 已完成结构化处理，输入数据需具备基本的结构化特征。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_SJDR\_015 | | |
| 输入 | 结构化图谱数据，包含维护任务、周期、步骤描述等。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 图谱构建：构建设备维护知识图谱。2. 实体关系映射：映射实体间的关系。3. 可视化渲染：渲染知识图谱。 | | |
| 输出 | 设备维护知识图谱、可视化界面，提供对维护方法的深入理解。 | | |
| 异常处理 | 对于构建失败的数据，系统应自动重试并记录异常日志。 | | |
| 性能约束 | 万级实体秒级构建，查询延迟应小于1秒。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用模块化设计，方便集成不同的图谱构建工具和算法。 | | |

##### 实现设备维护修理技术知识图谱实体编辑功能；（SBGNCSFZZTP\_MAINT\_ZSTPGL\_003）

实现设备维护修理技术知识图谱实体编辑功能需求描述见表85　。

1. 实现设备维护修理技术知识图谱实体编辑功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_ZSTPGL\_002 | 需求名称 | 设备维护修理知识图谱实体编辑 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 支持知识图谱实体的属性、标签、描述等编辑，支持设备维护修理知识图谱实体的灵活维护和迭代。 | | |
| 前提与约束 | 实体已存在于知识图谱中，输入数据需具备基本的结构化特征。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_ZSTPGL\_001 | | |
| 输入 | 实体标识、编辑内容，包含维护任务、周期、步骤描述等。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 实体信息校验：校验输入的实体信息。2. 数据更新：更新实体信息。3. 历史记录：记录实体的历史编辑记录。 | | |
| 输出 | 编辑后的实体信息，提供对维护方法的深入理解。 | | |
| 异常处理 | 对于编辑失败的数据，系统应回滚并提示错误。 | | |
| 性能约束 | 编辑响应时间应小于1秒。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用模块化设计，方便集成不同的实体编辑工具和算法。 | | |

##### 实现设备维护修理技术知识图谱实体新增功能（SBGNCSFZZTP\_MAINT\_ZSTPGL\_004）；

设实现设备维护修理技术知识图谱实体新增功能需求描述见表86　。

1. 实现设备维护修理技术知识图谱实体新增功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_ZSTPGL\_003 | 需求名称 | 设备维护修理知识图谱实体新增 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 支持图谱新实体的手动或批量新增，便于维护修理知识图谱的内容扩展和丰富。 | | |
| 前提与约束 | 需校验实体唯一性，输入数据需具备基本的结构化特征。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_ZSTPGL\_002 | | |
| 输入 | 新增实体信息，包含维护任务、周期、步骤描述等。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 实体唯一性校验：校验新增实体的唯一性。2. 数据写入：将新增实体写入知识图谱。3. 日志记录：记录新增实体的日志。 | | |
| 输出 | 新增实体信息，提供对维护方法的深入理解。 | | |
| 异常处理 | 对于重复实体，系统应阻止新增并提示错误。 | | |
| 性能约束 | 新增响应时间应小于1秒。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用模块化设计，方便集成不同的实体新增工具和算法。 | | |

##### 实现设备维护修理技术知识图谱实体删除功能；（SBGNCSFZZTP\_MAINT\_ZSTPGL\_004）

实现设备维护修理技术知识图谱实体删除功能需求描述见表87　。

1. 实现设备维护修理技术知识图谱实体删除功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_ZSTPGL\_004 | 需求名称 | 设备维护修理知识图谱实体删除 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 支持知识图谱实体的安全删除，实现安全删除，保障图谱数据的完整性和业务连续性。 | | |
| 前提与约束 | 需校验实体无依赖关系，输入数据需具备基本的结构化特征。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_ZSTPGL\_003 | | |
| 输入 | 待删除实体标识，包含维护任务、周期、步骤描述等。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 依赖校验：校验待删除实体的依赖关系。2. 数据删除：删除实体数据。3. 日志记录：记录删除实体的日志。 | | |
| 输出 | 删除结果反馈，提供对维护方法的深入理解。 | | |
| 异常处理 | 对于有依赖关系的实体，系统应禁止删除并提示原因。 | | |
| 性能约束 | 删除响应时间应小于1秒。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用模块化设计，方便集成不同的实体删除工具和算法。 | | |

##### 实现设备维护修理技术知识图谱关系新增功能；（SBGNCSFZZTP\_MAINT\_ZSTPGL\_005）

支持灵活补充和完善知识图谱实体间的多类型业务关系。

实现设备维护修理技术知识图谱关系新增功能需求描述见表88　。

1. 实现设备维护修理技术知识图谱关系新增功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_ZSTPGL\_005 | 需求名称 | 设备维护修理知识图谱关系新增 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 支持批量或单个关系新增，支持灵活补充和完善知识图谱实体间的多类型业务关系。 | | |
| 前提与约束 | 新增关系需符合业务规则，输入数据需具备基本的结构化特征。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_ZSTPGL\_004 | | |
| 输入 | 关系双方实体标识、关系类型，包含维护任务、周期、步骤描述等。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 业务规则校验：校验新增关系的业务规则。2. 数据写入：将新增关系写入知识图谱。3. 日志记录：记录新增关系的日志。 | | |
| 输出 | 新增关系信息，提供对维护方法的深入理解。 | | |
| 异常处理 | 对于关系冲突或违规的新增，系统应阻止并提示错误。 | | |
| 性能约束 | 新增响应时间应小于1秒。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用模块化设计，方便集成不同的关系新增工具和算法。 | | |

##### 实现设备维护修理技术知识图谱动态化展示功能（SBGNCSFZZTP\_MAINT\_ZSTPGL\_006）

实现设备维护修理知识的高效可视化和交互式分析。

实现设备维护修理技术知识图谱动态化展示功能需求描述见表89　。

1. 实现设备维护修理技术知识图谱动态化展示功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_ZSTPGL\_006 | 需求名称 | 设备维护修理知识图谱动态化展示 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 支持知识图谱实体、关系的交互式可视化展示，实现设备维护修理知识的高效可视化和交互式分析。 | | |
| 前提与约束 | 图谱数据已准备完毕，输入数据需具备基本的结构化特征。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_ZSTPGL\_005 | | |
| 输入 | 图谱实体、关系数据，包含维护任务、周期、步骤描述等。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 可视化渲染：渲染知识图谱。2. 检索：支持知识图谱的检索。3. 过滤：支持知识图谱的过滤。4. 联动操作：支持知识图谱的联动操作。 | | |
| 输出 | 动态知识图谱可视化界面，提供对维护方法的深入理解。 | | |
| 异常处理 | 对于渲染异常的数据，系统应自动提示并记录日志。 | | |
| 性能约束 | 万级节点秒级渲染，交互延迟应小于1秒。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用模块化设计，方便集成不同的可视化工具和算法。 | | |

#### 接入仿真模拟系统（SBGNCSFZZTP\_MAINT\_FSXT）

##### 实现设备仿真模拟系统故障处置数据交互功能（SBGNCSFZZTP\_MAINT\_FSXT\_001）；

实现仿真系统与知识图谱之间的高效数据互通和闭环支撑。

实现设备仿真模拟系统故障处置数据交互功能需求描述见表90　。

1. 实现设备仿真模拟系统故障处置数据交互功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_FSXT\_001 | 需求名称 | 设备仿真模拟系统故障处置数据交互 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 支持仿真系统与知识图谱的数据双向交互，实现仿真系统与知识图谱之间的高效数据互通和闭环支撑。 | | |
| 前提与约束 | 仿真系统和知识图谱系统接口已配置完毕，输入数据需具备基本的结构化特征。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_ZSTPGL\_006 | | |
| 输入 | 仿真系统故障处置操作数据，包含维护任务、周期、步骤描述等。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 数据采集：采集仿真系统的故障处置数据。2. 格式转换：将数据转换为知识图谱可识别的格式。3. 接口通信：通过接口实现数据的双向交互。 | | |
| 输出 | 数据同步结果反馈，提供对故障处置方法的深入理解。 | | |
| 异常处理 | 对于通信失败的数据，系统应自动重试并提示错误。 | | |
| 性能约束 | 数据同步延迟应小于2秒。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用模块化设计，方便集成不同的数据交互工具和算法。 | | |

##### 实现设备仿真模拟系统故障处置数据预处理、存储功能（SBGNCSFZZTP\_MAINT\_FSXT\_002）

为仿真与知识图谱的深度融合提供高质量数据支撑。。

实现设备仿真模拟系统故障处置数据预处理、存储功能需求描述见91 。

1. 实现设备仿真模拟系统故障处置数据预处理、存储功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_FSXT\_002 | 需求名称 | 设备仿真模拟系统故障处置数据预处理、存储 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 对仿真故障处置数据进行清洗、标准化、存储，为仿真与知识图谱的深度融合提供高质量数据支撑。 | | |
| 前提与约束 | 数据采集接口正常，输入数据需具备基本的结构化特征。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_FSXT\_001 | | |
| 输入 | 仿真系统故障处置数据，包含维护任务、周期、步骤描述等。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 数据清洗：清洗仿真系统的故障处置数据。2. 标准化：将数据进行标准化处理。3. 结构化存储：将数据存储为结构化格式。 | | |
| 输出 | 清洗后的结构化数据，提供对故障处置方法的深入理解。 | | |
| 异常处理 | 对于数据异常，系统应自动报警并提示人工复核。 | | |
| 性能约束 | 批量数据处理延迟应小于5秒。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用模块化设计，方便集成不同的数据预处理和存储工具。 | | |

##### 实现设备模拟仿真系统故障分析信息展示功能，结合知识图谱展示设备故障处置信息。（SBGNCSFZZTP\_MAINT\_FSXT\_003）

实现仿真场景与知识图谱的直观联动展示，提升运维人员的决策效率。

实现设备模拟仿真系统故障分析信息展示功能，结合知识图谱展示设备故障处置信息见92 。

1. 设备模拟仿真系统异常检测操作信息展示功能需求描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_FSXT\_003 | 需求名称 | 设备模拟仿真系统故障分析信息展示 |
| 优先级 | 高 | 重要程度 | 关键 |
| 说明 | 结合知识图谱动态展示仿真系统故障处置信息，实现仿真场景与知识图谱的直观联动展示，提升运维人员的决策效率。 | | |
| 前提与约束 | 仿真数据与知识图谱数据已整合，输入数据需具备基本的结构化特征。 | | |
| 上级需求标识 | SBGNCSFZZTP\_MAINT\_FSXT\_002 | | |
| 输入 | 仿真故障处置数据、知识图谱数据，包含维护任务、周期、步骤描述等。 | | |
| 处理 | 实现流程包括：1. 数据整合：整合仿真系统和知识图谱的数据。2. 动态渲染：动态渲染故障处置信息。3. 联动展示：实现仿真系统与知识图谱的联动展示。 | | |
| 输出 | 可视化展示界面，提供对故障处置方法的深入理解。 | | |
| 异常处理 | 对于展示异常的数据，系统应自动提示并记录日志。 | | |
| 性能约束 | 数据联动延迟应小于2秒。 | | |
| 设计与实现约束 | 技术栈：SpringBoot、Java、Vue、Nodejs。应采用模块化设计，方便集成不同的可视化展示工具和算法。 | | |

### 设备维修保障知识图谱融合系统

### 数据融合系统

### 模糊检索系统

### 关联检索系统

### 检索信息预处理系统

### 多源多模态数据处理系统

## CSCI外部接口需求（大家写）

本条可分为若干个小条来规定关于CSCI的外部接口的需求（若有）。本条可引用一个或多个接口需求规格说明（IRS）或包含这些需求的其他文档。

### 知识图谱存储系统

一段文字描述知识图谱存储系统外部接口

#### 外部接口图

一段文字描述+一张外部接口图

知识图谱展示系统与知识图谱存储系统直接相连，可实现知识图谱实体、关系和属性的动态新增、编辑与删除，并可实现动态拖拽与缩放展示，为知识图谱存储介质提供可视化的人机交互界面。其外部接口如下图所示。



1. 知识图谱存储系统外部接口图

软件外部接口如图X所示。

本条应标识所需要的CSCI外部接口（即，与涉及共享、提供或交换数据的其他实体的关系）。每一个接口的标识应包括项目唯一的标识符，（若适用）应通过名称、编号、版本、引用文档来指明接口实体（系统、配置项、用户等）。该标识应声明哪些实体具有固定的接口特性（要给出这些接口实体的接口需求）；说明哪些实体正在开发或修改之中（这些实体已有各自的接口需求）。应该通过一张或多张接口图来描述这些接口。

**补充说明：软件需求规格说明中的外部接口应从信息/协议角度来描述软件如何与外部设备/系统的交互，应逐条按照协议进行描述，而任务书按照硬件接口形式描述。**

**示例：**

3.3.1 接口标识和接口图

软件外部接口如图X所示。



#### 外部接口标识

一段文字描述+多张表（图中几个接口下面几张表），每张表是一个图中的接口

需求标识：ZZTPCCXT\_INT\_EXT\_001（系统名称缩写\_\_INT\_EXT\_001）

XXX接口具体定义见表2　。

|  |  |
| --- | --- |
| 接口名称 | 抽取算法管理接口 |
| 接口标识符 | IN-2101 |
| 接口类型 | 数据传输 |
| 接口通信方式 | POST |
| 接口协议 | HTTP |
| 发送方 | 知识加工服务平台端系统 |
| 接收方 | 知识加工服务平台端系统 |

1. XX接口

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 接口标识 | 接口的唯一标识，建议采取“软件标识\_INT\_EXT\_COM1\_XXX”,对照任务书的外部接口，逐条描述对应的协议 | | | | | |
| 接口类型 | API | | | | | |
| 接口配置 | Web接口 | | | | | |
| 信源 | 信息的发送者 | | | | | |
| 信宿 | 信息的接收者 | | | | | |
| 激活源 | 无 | | | | | |
| 处理频率 | 无 | | | | | |
| 优先级别 | 看来自哪个功能需求，级别与功能一样 | | | | | |
| 上一级需求标识 | 看来自哪个功能需求，级别与功能一样 | | | | | |
| 信息内容 | 描述传输的信息值域、精度、响应要求等，若有协议规定可以引用协议，若无协议则应列明信息中各数据元素的定义（参见下表）。 | | | | | |
| 数据元素定义（没有就空着） | | | | | | |
| 信息名称 | 数据类型 | 字段长度 | 参数范围 | 单位 | 权值 | 备注 |
| Name | String | 255 |  |  |  |  |
| Desc | String | 255 |  |  |  |  |
| Type | String | 255 |  |  |  |  |
| keyword | String | 255 |  |  |  |  |

本条（从3.3.2开始）应通过项目唯一的标识符来标识CSCI外部接口，应简要地标识接口实体。视需要可分小条描述为实现该接口提出的该CSCI的需求。该接口所涉及的其他实体的接口特性应作为假定予以描述，或以“当[未涵盖的实体]这么做时，本CSCI应该……”的形式加以叙述，而不作为针对其他实体的需求。本条可引用其他文档（例如数据字典、通信协议标准、用户接口标准）代替在此所描述的信息。（若适用）需求应包括如下内容，并以任何适合于需求的顺序给出，还应从接口实体的角度说明这些特性之间的区别（例如对数据元素的大小、频率或其他特性的不同期望值）：

a) CSCI必须分配给该接口的优先级；

b) 对要实现的接口类型的要求（例如实时数据传送、数据的储存和检索等）；

c) CSCI必须提供、储存、发送、存取、接收的各个数据元素所要求的特征，例如：

1) 名称/标识符：

——项目唯一的标识符；

——非技术（自然语言）名称；

——数据元素名称；

——技术名（如在代码或数据库中的变量名或字段名）；

——缩略名或同义名。

2) 数据类型（字母、数字、整数等）；

3) 大小和格式（如：字符串的长度和标点符号）；

4) 计量单位（如：m等）；

5) 可能值的范围或枚举（如：0-99）；

6) 准确性（正确程度）和精度（有效数字位数）；

7) 优先级别、定时、频率、容量、序列以及其他约束条件（例如数据元素是否可以被更新、业务规则是否适用）；

8) 保密性约束；

9) 来源（设置/发送实体）和接收者（使用/接收实体）。

d) CSCI必须提供、存储、发送、访问、接收的数据元素组合体（记录、消息、文件、数组、显示、报表等）所要求的特征，例如：

1) 名称/标识符：

——项目唯一的标识符；

——非技术（自然语言）名称；

——技术名称（如在代码或数据库中的记录名或数据结构名）；

——缩略名或同义名。

2) 包中的数据元素及其结构（编号、顺序和成组情况）；

3) 介质（例如磁盘）以及在介质上数据元素/包的结构；

4) 显示和其他输出的视听特性（例如颜色、布局、字体、图标和其他显示元素、蜂鸣音和亮度）；

5) 包之间的关系，如排序/存取特性；

6) 优先级、时序、频率、容量、序列及其他约束，例如包是否可以被更新、业务规则是否适用；

7) 保密性约束；

8) 来源（设置/发送实体）和接收者（使用/接收实体）。

e) CSCI必须使用的接口的通信方法所要求的特征。如：

1) 项目唯一的标识符；

2) 通信链接/带宽/频率/介质及其特性；

3) 消息格式；

4) 流控制（如：序列编号和缓冲区分配）；

5) 周期/非周期传送的数据传送速率，传输间隔；

6) 路由、寻址、命名约定；

7) 传输服务，包括：优先权和等级；

8) 安全性/保密性考虑，如：加密、用户鉴别、隔离和审核。

f) CSCI必须使用的接口的协议所要求的特征，如：

1) 项目唯一的标识符；

2) 协议的优先级别/层次；

3) 打包，包括拆包和重新打包、路由和寻址；

4) 合法性检查、错误控制和恢复过程；

5) 同步，包括建立连接、保持和终止；

6) 状态、标识及任何其他报告的特性。

g) 其他所需要的特征，例如接口实体的物理兼容性（尺寸、公差、负载和接插件的兼容性等）、电压等。

需求标识：软件标识\_INT\_EXT\_接口缩写

XXX接口具体定义见表6　。

1. XX接口

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 接口标识 | 接口的唯一标识，建议采取“软件标识\_INT\_EXT\_COM1\_XXX”,对照任务书的外部接口，逐条描述对应的协议 | | | | | |
| 接口类型 | 如RS232,RS485,SPI，以太网，光纤网，CAN网等 | | | | | |
| 接口配置 | 地址、端口、协议（如网络：UDP、组播/广播、IP、端口，串口：起始位、数据位、校验位、停止位、波特率等） | | | | | |
| 信源 | 信息的发送者 | | | | | |
| 信宿 | 信息的接收者 | | | | | |
| 激活源 | 信息的发送的激活方 | | | | | |
| 处理频率 | 信息的发送频率 | | | | | |
| 优先级别 | 处理的优先级、响应时间限制 | | | | | |
| 上一级需求标识 | 软件标识\_INT\_EXT\_XXX XXX接口 | | | | | |
| 信息内容 | 描述传输的信息值域、精度、响应要求等，若有协议规定可以引用协议，若无协议则应列明信息中各数据元素的定义（参见下表）。 | | | | | |
| 数据元素定义 | | | | | | |
| 信息名称 | 数据类型 | 字段长度 | 参数范围 | 单位 | 权值 | 备注 |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

### 知识图谱展示系统

#### 外部接口图

#### 外部接口标识

### 设备原理与技术文本处理系统

### 设备原理与技术知识整合管理系统

### 失控处置知识库

### 损伤处置知识库

### 密钥处置知识库

### 威胁处置知识库

### 应急处置方案分析系统

### 应急处置背景管理系统

### 应急处置方案管理系统

### 设备异常检测技术知识图谱

设备异常检测技术知识图谱存储系统主要用于存储和管理设备异常检测相关的知识实体、关系及属性，并为知识图谱的构建、查询、维护等功能提供高效的数据支持。系统通过标准化的接口与外部系统进行数据交互，实现知识的动态增删改查与可视化操作。下文描述了知识图谱存储系统的外部接口及其详细特性。

#### 外部接口图

设备异常检测技术知识图谱存储系统对外提供多种接口，主要包括知识图谱展示系统接口、设备数据接入接口、异常事件分析服务接口和管理维护接口。各外部系统/服务可通过这些标准化接口与知识图谱存储系统进行数据交换和业务协同，实现设备异常检测相关知识的高效管理和实时服务。其外部接口关系如下图所示。



1. 设备异常检测技术知识图谱外部接口图

软件外部接口如图2所示。

#### 外部接口标识

需求标识：ZZTPCCXT\_INT\_EXT\_001（系统名称缩写\_\_INT\_EXT\_001）

XXX接口具体定义见表2　。

|  |  |
| --- | --- |
| 接口标识符 | ZZT\_KG\_INT\_EXT\_COM1\_001 |
| 接口类型 | API |
| 接口通信方式 | RESTful API |
| 接口协议 | HTTP/HTTPS，JSON |
| 发送方 | 知识图谱展示系统 |
| 接收方 | 知识图谱存储系统 |
| 接口标识符 | ZZT\_KG\_INT\_EXT\_COM1\_001 |

1. 设备数据接入接口

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 接口标识符 | ZZT\_KG\_INT\_EXT\_COM1\_002 | | | | | |
| 接口类型 | API | | | | | |
| 接口通信方式 | RESTful API、MQ | | | | | |
| 接口协议 | MQTT、HTTP、JSON | | | | | |
| 发送方 | 设备数据接入系统 | | | | | |
| 接收方 | 知识图谱存储系统 | | | | | |
| 激活源 | 数据上传任务调度器 | | | | | |
| 处理频率 | 持续或批量定时上传 | | | | | |
| 优先级别 | 高 | | | | | |
| 上一级需求标识 | ZZT\_FUNC\_KG\_DATA\_002 | | | | | |
| 信息名称 | 数据类型 | 字段长度 | 参数范围 | 单位 | 权值 | 备注 |
| deviceId | String | 64 | 任意字符串 | 无 | 高 | 设备唯一标识 |
| timestamp | String | 30 | ISO 8601格式 | 无 | 高 | 时间戳 |
| data | JSON | - | 动态结构体 | 无 | 高 | 包含多个传感器数据字段 |
| log | String | 1024 | 字符串 | 无 | 中 | 异常描述或事件日志 |

1. 异常事件分析服务接口

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 接口标识符 | 接口标识符 | | | | | |
| ZZT\_KG\_INT\_EXT\_COM1\_003 | ZZT\_KG\_INT\_EXT\_COM1\_003 | | | | | |
| 接口类型 | 接口类型 | | | | | |
| API | API | | | | | |
| 接口通信方式 | 接口通信方式 | | | | | |
| RESTful API | RESTful API | | | | | |
| 接口协议 | 接口协议 | | | | | |
| HTTP/HTTPS，JSON | HTTP/HTTPS，JSON | | | | | |
| 发送方 | 发送方 | | | | | |
| 异常事件分析模块 | 异常事件分析模块 | | | | | |
| 信息名称 | 数据类型 | 字段长度 | 参数范围 | 单位 | 权值 | 备注 |
| eventId | String | 64 | 任意字符串 | 无 | 高 | 异常事件标识 |
| cause | String | 255 | 字符串 | 无 | 中 | 异常原因 |
| effect | String | 255 | 字符串 | 无 | 中 | 异常影响 |
| update | JSON | - | 图谱更新内容 | 无 | 高 | 实体/关系的新增或变更 |

1. 管理维护接口

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 接口标识符 | ZZT\_KG\_INT\_EXT\_COM1\_004 | | | | | |
| 接口类型 | API | | | | | |
| 接口通信方式 | RESTful API | | | | | |
| 接口协议 | HTTP/HTTPS，JSON | | | | | |
| 发送方 | 系统管理平台 | | | | | |
| 接收方 | 知识图谱存储系统 | | | | | |
| 激活源 | 用户操作 | | | | | |
| 处理频率 | 按需发起 | | | | | |
| 优先级别 | 中 | | | | | |
| 上一级需求标识 | ZZT\_FUNC\_KG\_ADMIN\_004 | | | | | |
| 信息名称 | 数据类型 | 字段长度 | 参数范围 | 单位 | 权值 | 备注 |
| action | String | 64 | [“add”, “update”, “delete”, “export”, “import”] | 无 | 高 | 管理操作类型 |
| payload | JSON | - | 根据操作类型变化 | 无 | 高 | 变更内容 |
| userId | String | 64 | 任意字符串 | 无 | 中 | 操作用户 |
| action | String | 64 | [“add”, “update”, “delete”, “export”, “import”] | 无 | 高 | 管理操作类型 |

### 设备功能测试方法知识图谱

设备异常检测技术知识图谱存储系统主要用于存储和管理设备异常检测相关的知识实体、关系及属性，并为知识图谱的构建、查询、维护等功能提供高效的数据支持。系统通过标准化的接口与外部系统进行数据交互，实现知识的动态增删改查与可视化操作。下文描述了知识图谱存储系统的外部接口及其详细特性。

#### 外部接口图

设备异常检测技术知识图谱存储系统对外提供多种接口，主要包括知识图谱展示系统接口、设备数据接入接口、异常事件分析服务接口和管理维护接口。各外部系统/服务可通过这些标准化接口与知识图谱存储系统进行数据交换和业务协同，实现设备异常检测相关知识的高效管理和实时服务。其外部接口关系如下图所示。



1. 设备异常检测技术知识图谱外部接口图

软件外部接口如图2所示。

#### 外部接口标识

需求标识：ZZTPCCXT\_INT\_EXT\_001（系统名称缩写\_\_INT\_EXT\_001）

XXX接口具体定义见表2　。

|  |  |
| --- | --- |
| 接口标识符 | ZZT\_KG\_INT\_EXT\_COM1\_001 |
| 接口类型 | API |
| 接口通信方式 | RESTful API |
| 接口协议 | HTTP/HTTPS，JSON |
| 发送方 | 知识图谱展示系统 |
| 接收方 | 知识图谱存储系统 |
| 接口标识符 | ZZT\_KG\_INT\_EXT\_COM1\_001 |

1. 设备数据接入接口

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 接口标识符 | ZZT\_KG\_INT\_EXT\_COM1\_002 | | | | | |
| 接口类型 | API | | | | | |
| 接口通信方式 | RESTful API、MQ | | | | | |
| 接口协议 | MQTT、HTTP、JSON | | | | | |
| 发送方 | 设备数据接入系统 | | | | | |
| 接收方 | 知识图谱存储系统 | | | | | |
| 激活源 | 数据上传任务调度器 | | | | | |
| 处理频率 | 持续或批量定时上传 | | | | | |
| 优先级别 | 高 | | | | | |
| 上一级需求标识 | ZZT\_FUNC\_KG\_DATA\_002 | | | | | |
| 信息名称 | 数据类型 | 字段长度 | 参数范围 | 单位 | 权值 | 备注 |
| deviceId | String | 64 | 任意字符串 | 无 | 高 | 设备唯一标识 |
| timestamp | String | 30 | ISO 8601格式 | 无 | 高 | 时间戳 |
| data | JSON | - | 动态结构体 | 无 | 高 | 包含多个传感器数据字段 |
| log | String | 1024 | 字符串 | 无 | 中 | 异常描述或事件日志 |

1. 异常事件分析服务接口

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 接口标识符 | 接口标识符 | | | | | |
| ZZT\_KG\_INT\_EXT\_COM1\_003 | ZZT\_KG\_INT\_EXT\_COM1\_003 | | | | | |
| 接口类型 | 接口类型 | | | | | |
| API | API | | | | | |
| 接口通信方式 | 接口通信方式 | | | | | |
| RESTful API | RESTful API | | | | | |
| 接口协议 | 接口协议 | | | | | |
| HTTP/HTTPS，JSON | HTTP/HTTPS，JSON | | | | | |
| 发送方 | 发送方 | | | | | |
| 异常事件分析模块 | 异常事件分析模块 | | | | | |
| 信息名称 | 数据类型 | 字段长度 | 参数范围 | 单位 | 权值 | 备注 |
| eventId | String | 64 | 任意字符串 | 无 | 高 | 异常事件标识 |
| cause | String | 255 | 字符串 | 无 | 中 | 异常原因 |
| effect | String | 255 | 字符串 | 无 | 中 | 异常影响 |
| update | JSON | - | 图谱更新内容 | 无 | 高 | 实体/关系的新增或变更 |

1. 管理维护接口

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 接口标识符 | ZZT\_KG\_INT\_EXT\_COM1\_004 | | | | | |
| 接口类型 | API | | | | | |
| 接口通信方式 | RESTful API | | | | | |
| 接口协议 | HTTP/HTTPS，JSON | | | | | |
| 发送方 | 系统管理平台 | | | | | |
| 接收方 | 知识图谱存储系统 | | | | | |
| 激活源 | 用户操作 | | | | | |
| 处理频率 | 按需发起 | | | | | |
| 优先级别 | 中 | | | | | |
| 上一级需求标识 | ZZT\_FUNC\_KG\_ADMIN\_004 | | | | | |
| 信息名称 | 数据类型 | 字段长度 | 参数范围 | 单位 | 权值 | 备注 |
| action | String | 64 | [“add”, “update”, “delete”, “export”, “import”] | 无 | 高 | 管理操作类型 |
| payload | JSON | - | 根据操作类型变化 | 无 | 高 | 变更内容 |
| userId | String | 64 | 任意字符串 | 无 | 中 | 操作用户 |
| action | String | 64 | [“add”, “update”, “delete”, “export”, “import”] | 无 | 高 | 管理操作类型 |

### 设备故障分析技术知识图谱

设备异常检测技术知识图谱存储系统主要用于存储和管理设备异常检测相关的知识实体、关系及属性，并为知识图谱的构建、查询、维护等功能提供高效的数据支持。系统通过标准化的接口与外部系统进行数据交互，实现知识的动态增删改查与可视化操作。下文描述了知识图谱存储系统的外部接口及其详细特性。

#### 外部接口图

设备异常检测技术知识图谱存储系统对外提供多种接口，主要包括知识图谱展示系统接口、设备数据接入接口、异常事件分析服务接口和管理维护接口。各外部系统/服务可通过这些标准化接口与知识图谱存储系统进行数据交换和业务协同，实现设备异常检测相关知识的高效管理和实时服务。其外部接口关系如下图所示。



1. 设备异常检测技术知识图谱外部接口图

软件外部接口如图2所示。

#### 外部接口标识

需求标识：ZZTPCCXT\_INT\_EXT\_001（系统名称缩写\_\_INT\_EXT\_001）

XXX接口具体定义见表2　。

|  |  |
| --- | --- |
| 接口标识符 | ZZT\_KG\_INT\_EXT\_COM1\_001 |
| 接口类型 | API |
| 接口通信方式 | RESTful API |
| 接口协议 | HTTP/HTTPS，JSON |
| 发送方 | 知识图谱展示系统 |
| 接收方 | 知识图谱存储系统 |
| 接口标识符 | ZZT\_KG\_INT\_EXT\_COM1\_001 |

1. 设备数据接入接口

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 接口标识符 | ZZT\_KG\_INT\_EXT\_COM1\_002 | | | | | |
| 接口类型 | API | | | | | |
| 接口通信方式 | RESTful API、MQ | | | | | |
| 接口协议 | MQTT、HTTP、JSON | | | | | |
| 发送方 | 设备数据接入系统 | | | | | |
| 接收方 | 知识图谱存储系统 | | | | | |
| 激活源 | 数据上传任务调度器 | | | | | |
| 处理频率 | 持续或批量定时上传 | | | | | |
| 优先级别 | 高 | | | | | |
| 上一级需求标识 | ZZT\_FUNC\_KG\_DATA\_002 | | | | | |
| 信息名称 | 数据类型 | 字段长度 | 参数范围 | 单位 | 权值 | 备注 |
| deviceId | String | 64 | 任意字符串 | 无 | 高 | 设备唯一标识 |
| timestamp | String | 30 | ISO 8601格式 | 无 | 高 | 时间戳 |
| data | JSON | - | 动态结构体 | 无 | 高 | 包含多个传感器数据字段 |
| log | String | 1024 | 字符串 | 无 | 中 | 异常描述或事件日志 |

1. 异常事件分析服务接口

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 接口标识符 | 接口标识符 | | | | | |
| ZZT\_KG\_INT\_EXT\_COM1\_003 | ZZT\_KG\_INT\_EXT\_COM1\_003 | | | | | |
| 接口类型 | 接口类型 | | | | | |
| API | API | | | | | |
| 接口通信方式 | 接口通信方式 | | | | | |
| RESTful API | RESTful API | | | | | |
| 接口协议 | 接口协议 | | | | | |
| HTTP/HTTPS，JSON | HTTP/HTTPS，JSON | | | | | |
| 发送方 | 发送方 | | | | | |
| 异常事件分析模块 | 异常事件分析模块 | | | | | |
| 信息名称 | 数据类型 | 字段长度 | 参数范围 | 单位 | 权值 | 备注 |
| eventId | String | 64 | 任意字符串 | 无 | 高 | 异常事件标识 |
| cause | String | 255 | 字符串 | 无 | 中 | 异常原因 |
| effect | String | 255 | 字符串 | 无 | 中 | 异常影响 |
| update | JSON | - | 图谱更新内容 | 无 | 高 | 实体/关系的新增或变更 |

1. 管理维护接口

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 接口标识符 | ZZT\_KG\_INT\_EXT\_COM1\_004 | | | | | |
| 接口类型 | API | | | | | |
| 接口通信方式 | RESTful API | | | | | |
| 接口协议 | HTTP/HTTPS，JSON | | | | | |
| 发送方 | 系统管理平台 | | | | | |
| 接收方 | 知识图谱存储系统 | | | | | |
| 激活源 | 用户操作 | | | | | |
| 处理频率 | 按需发起 | | | | | |
| 优先级别 | 中 | | | | | |
| 上一级需求标识 | ZZT\_FUNC\_KG\_ADMIN\_004 | | | | | |
| 信息名称 | 数据类型 | 字段长度 | 参数范围 | 单位 | 权值 | 备注 |
| action | String | 64 | [“add”, “update”, “delete”, “export”, “import”] | 无 | 高 | 管理操作类型 |
| payload | JSON | - | 根据操作类型变化 | 无 | 高 | 变更内容 |
| userId | String | 64 | 任意字符串 | 无 | 中 | 操作用户 |
| action | String | 64 | [“add”, “update”, “delete”, “export”, “import”] | 无 | 高 | 管理操作类型 |

### 设备维护修理技术知识图谱

设备异常检测技术知识图谱存储系统主要用于存储和管理设备异常检测相关的知识实体、关系及属性，并为知识图谱的构建、查询、维护等功能提供高效的数据支持。系统通过标准化的接口与外部系统进行数据交互，实现知识的动态增删改查与可视化操作。下文描述了知识图谱存储系统的外部接口及其详细特性。

#### 外部接口图

设备异常检测技术知识图谱存储系统对外提供多种接口，主要包括知识图谱展示系统接口、设备数据接入接口、异常事件分析服务接口和管理维护接口。各外部系统/服务可通过这些标准化接口与知识图谱存储系统进行数据交换和业务协同，实现设备异常检测相关知识的高效管理和实时服务。其外部接口关系如下图所示。



1. 设备异常检测技术知识图谱外部接口图

软件外部接口如图2所示。

#### 外部接口标识

需求标识：ZZTPCCXT\_INT\_EXT\_001（系统名称缩写\_\_INT\_EXT\_001）

XXX接口具体定义见表2　。

|  |  |
| --- | --- |
| 接口标识符 | ZZT\_KG\_INT\_EXT\_COM1\_001 |
| 接口类型 | API |
| 接口通信方式 | RESTful API |
| 接口协议 | HTTP/HTTPS，JSON |
| 发送方 | 知识图谱展示系统 |
| 接收方 | 知识图谱存储系统 |
| 接口标识符 | ZZT\_KG\_INT\_EXT\_COM1\_001 |

1. 设备数据接入接口

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 接口标识符 | ZZT\_KG\_INT\_EXT\_COM1\_002 | | | | | |
| 接口类型 | API | | | | | |
| 接口通信方式 | RESTful API、MQ | | | | | |
| 接口协议 | MQTT、HTTP、JSON | | | | | |
| 发送方 | 设备数据接入系统 | | | | | |
| 接收方 | 知识图谱存储系统 | | | | | |
| 激活源 | 数据上传任务调度器 | | | | | |
| 处理频率 | 持续或批量定时上传 | | | | | |
| 优先级别 | 高 | | | | | |
| 上一级需求标识 | ZZT\_FUNC\_KG\_DATA\_002 | | | | | |
| 信息名称 | 数据类型 | 字段长度 | 参数范围 | 单位 | 权值 | 备注 |
| deviceId | String | 64 | 任意字符串 | 无 | 高 | 设备唯一标识 |
| timestamp | String | 30 | ISO 8601格式 | 无 | 高 | 时间戳 |
| data | JSON | - | 动态结构体 | 无 | 高 | 包含多个传感器数据字段 |
| log | String | 1024 | 字符串 | 无 | 中 | 异常描述或事件日志 |

1. 异常事件分析服务接口

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 接口标识符 | 接口标识符 | | | | | |
| ZZT\_KG\_INT\_EXT\_COM1\_003 | ZZT\_KG\_INT\_EXT\_COM1\_003 | | | | | |
| 接口类型 | 接口类型 | | | | | |
| API | API | | | | | |
| 接口通信方式 | 接口通信方式 | | | | | |
| RESTful API | RESTful API | | | | | |
| 接口协议 | 接口协议 | | | | | |
| HTTP/HTTPS，JSON | HTTP/HTTPS，JSON | | | | | |
| 发送方 | 发送方 | | | | | |
| 异常事件分析模块 | 异常事件分析模块 | | | | | |
| 信息名称 | 数据类型 | 字段长度 | 参数范围 | 单位 | 权值 | 备注 |
| eventId | String | 64 | 任意字符串 | 无 | 高 | 异常事件标识 |
| cause | String | 255 | 字符串 | 无 | 中 | 异常原因 |
| effect | String | 255 | 字符串 | 无 | 中 | 异常影响 |
| update | JSON | - | 图谱更新内容 | 无 | 高 | 实体/关系的新增或变更 |

1. 管理维护接口

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 接口标识符 | ZZT\_KG\_INT\_EXT\_COM1\_004 | | | | | |
| 接口类型 | API | | | | | |
| 接口通信方式 | RESTful API | | | | | |
| 接口协议 | HTTP/HTTPS，JSON | | | | | |
| 发送方 | 系统管理平台 | | | | | |
| 接收方 | 知识图谱存储系统 | | | | | |
| 激活源 | 用户操作 | | | | | |
| 处理频率 | 按需发起 | | | | | |
| 优先级别 | 中 | | | | | |
| 上一级需求标识 | ZZT\_FUNC\_KG\_ADMIN\_004 | | | | | |
| 信息名称 | 数据类型 | 字段长度 | 参数范围 | 单位 | 权值 | 备注 |
| action | String | 64 | [“add”, “update”, “delete”, “export”, “import”] | 无 | 高 | 管理操作类型 |
| payload | JSON | - | 根据操作类型变化 | 无 | 高 | 变更内容 |
| userId | String | 64 | 任意字符串 | 无 | 中 | 操作用户 |
| action | String | 64 | [“add”, “update”, “delete”, “export”, “import”] | 无 | 高 | 管理操作类型 |

### 设备维修保障知识图谱融合系统

### 数据融合系统

### 模糊检索系统

### 关联检索系统

### 检索信息预处理系统

### 多源多模态数据处理系统

## CSCI内部接口需求（大家写）

### 知识图谱存储系统

一段描述，描述系统内部接口。

#### 内部接口图

一段描述，+一张图（参考外部接口图）



#### 内部接口标识

一段描述，描述该系统内部接口有哪些，将内部接口图中的内部接口一一表格化。

需求标识：软件标识\_INT\_INT

需求标识：ZSTPCCXT\_INT\_INT\_\_001

内部接口需求见表X至表X。

1. XX内部接口需求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 接口标识 |  | 接口名称 |  |
| 所属重用模块 |  | | |
| 接口类型 | 服务函数 | | |
| 接口表示 | 服务函数： void fun1 (param1,param2) | | |
| 接口说明 | 对接口的用途，使用进行说明，包括功能和参数和说明 | | |

### 知识图谱展示系统

#### 内部接口图

#### 内部接口标识

### 设备原理与技术文本处理系统

### 设备原理与技术知识整合管理系统

### 失控处置知识库

### 损伤处置知识库

### 密钥处置知识库

### 威胁处置知识库

### 应急处置方案分析系统

### 应急处置背景管理系统

### 应急处置方案管理系统

### 设备异常检测技术知识图谱

### 设备功能测试方法知识图谱

### 设备故障分析技术知识图谱

### 设备维护修理技术知识图谱

### 设备维修保障知识图谱融合系统

### 数据融合系统

### 模糊检索系统

### 关联检索系统

### 检索信息预处理系统

### 多源多模态数据处理系统

## CSCI内部数据需求（大家写）

### 知识图谱存储系统

数据表设计

一段描述，描述该系统数据需求，+多张数据需求表

需求标识：ZZTUCCXT\_DATA\_INT\_001

内部数据需求见表X至表X。

1. XX内部接口需求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 数据标识 |  | 数据名称 |  |
| 数据描述 | 接口数据一般可定义结构体或数据类，此处应给出数据描述，包含数据类型、值域、精度等要求。  数据字段，数据类型，数据长度  Name,String,255 | | |
| 数据用途 | 对数据的用途进行说明 | | |

本条应描述施加于CSCI内部数据的需求（若有），包括对CSCI中数据库和数据文件的需求（若有）。如果关于内部数据的所有决策都留待设计时再考虑，那么应在此如实陈述。如果施加了这样的需求，那么本文档的3.3.Xc）和3.3.X.d）条应列出需考虑的主题。

**补充说明：**对3.4定义的内部接口数据进行说明。一般应在软件设计时再定义内部接口数据。数据的定义一般建议以结构体/数据类的方式进行说明。即对上述的“多源导航信息”和“优化后导航信息”进行定义，至少要给出结构体或数据类，也可以直接给出头文件（.h）。

### 知识图谱展示系统

### 设备原理与技术文本处理系统

### 设备原理与技术知识整合管理系统

### 失控处置知识库

### 损伤处置知识库

### 密钥处置知识库

### 威胁处置知识库

### 应急处置方案分析系统

### 应急处置背景管理系统

### 应急处置方案管理系统

### 设备异常检测技术知识图谱



1. 设备异常检测技术知识图谱内部接口
2. 表 23 设备异常检测技术知识图谱内部接口表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 接口编号 | 接口名称 | 发送方 | 接收方 | 交换信息 |
| IIF03.12.3.01 | 图谱存储接口 | 知识图谱构建模块 | 图数据库（Neo4j） | 实体三元组、关系数据 |
| IIF03.12.3.02 | 图谱检索接口 | 数据检索模块 | 图数据库 | 查询语句、图谱结构返回 |
| IIF03.12.3.03 | 图谱更新接口 | 动态管理模块 | 图数据库 | 更新指令、节点/边数据 |
| IIF03.12.3.04 | 图谱展示接口 | 图数据库 | 可视化展示模块 | 图结构数据、样式配置 |
| IIF03.12.3.05 | 知识推理接口 | 知识图谱模块 | 应急处置方案模块 | 异常关联路径、处置建议 |
| IIF03.12.3.01 | 操作日志接口 | 操作记录模块 | 知识图谱模块 | 用户操作行为、变更日志 |

### 设备功能测试方法知识图谱

内部接口图如下所示：



1. 设备功能测试方法知识图谱内部接口
2. 设备功能测试方法知识图谱内部接口表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 接口编号 | 接口名称 | 发送方 | 接收方 | 交换信息 |
| IIF03.13.3.01 | 图谱存储接口 | 知识图谱构建模块 | 图数据库（Neo4j） | 实体三元组、关系数据 |
| IIF03.13.3.02 | 图谱检索接口 | 数据检索模块 | 图数据库 | 查询语句、图谱结构返回 |
| IIF03.13.3.03 | 图谱更新接口 | 动态管理模块 | 图数据库 | 更新指令、节点/边数据 |
| IIF03.13.3.04 | 图谱展示接口 | 图数据库 | 可视化展示模块 | 图结构数据、样式配置 |

### 设备故障分析技术知识图谱

内部接口图如下所示：



1. 设备故障分析技术知识图谱内部接口
2. 设备故障分析技术知识图谱内部接口表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 接口编号 | 接口名称 | 发送方 | 接收方 | 交换信息 |
| IIF03.14.3.01 | 图谱存储接口 | 知识图谱构建模块 | 图数据库（Neo4j） | 实体三元组、关系数据 |
| IIF03.14.3.02 | 图谱检索接口 | 数据检索模块 | 图数据库 | 查询语句、图谱结构返回 |
| IIF03.14.3.03 | 图谱更新接口 | 动态管理模块 | 图数据库 | 更新指令、节点/边数据 |
| IIF03.14.3.04 | 图谱展示接口 | 图数据库 | 可视化展示模块 | 图结构数据、样式配置 |

### 设备维护修理技术知识图谱

内部接口图如下所示：



1. 设备维护修理技术知识图谱内部接口
2. 设备维护修理技术知识图谱内部接口表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 接口编号 | 接口名称 | 发送方 | 接收方 | 交换信息 |
| IIF03.15.3.01 | 图谱存储接口 | 知识图谱构建模块 | 图数据库（Neo4j） | 实体三元组、关系数据 |
| IIF03.15.3.02 | 图谱检索接口 | 数据检索模块 | 图数据库 | 查询语句、图谱结构返回 |
| IIF03.15.3.03 | 图谱更新接口 | 动态管理模块 | 图数据库 | 更新指令、节点/边数据 |
| IIF03.15.3.04 | 图谱展示接口 | 图数据库 | 可视化展示模块 | 图结构数据、样式配置 |
| IIF03.15.3.05 | 维修方案生成接口 | 知识图谱模块 | 维修建议模块 | 设备参数、推荐维修流程 |
| IIF03.15.3.06 | 操作日志接口 | 操作记录模块 | 知识图谱模块 | 用户操作行为、变更日志 |

### 数据融合系统

### 模糊检索系统

### 关联检索系统

### 检索信息预处理系统

### 多源多模态数据处理系统

## 适应性需求

适应性需求见表9　。

1. 适应性需求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | 软件标识\_SRS\_ADT | 需求名称 |  |
| 优先级 | 高/中/低 | 重要程度 | 关键/重要/一般 |
| 需求描述 |  | | |

本条应描述关于CSCI将提供的与**安装有关的数据**（如场地的经纬度或场地所在地的赋税代码）的需求（若有），应指定对要求CSCI使用的**运行参数**（如指明与运行有关的目标常数或数据记录的参数）的需求，这些运行参数可以根据运行需要而改变。

补充说明：从广义上讲适应性需求可归属于易用性需求，适应性可能更偏向于安装、配置等方面。如参数的装订、主/从的配置等，以适用不同场景的使用差异。

## 安全性需求

安全性需求见表10　。

1. 安全性需求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | 软件标识\_SRS\_SAF | 需求名称 |  |
| 优先级 | 高/中/低 | 重要程度 | 关键/重要/一般 |
| 上一级需求标识 |  | | |
| 需求描述 | 给出具体的软件安全处理策略（从可能存在的危险进行分析）。 | | |

本条应描述关于防止或尽可能降低对人员、财产和物理环境产生意外危险的CSCI需求（若有）。例如包括：CSCI必须提供的安全措施，以便防止意外动作（例如意外地发出一个“自动导航关闭”命令）和无动作（例如发出“自动导航关闭”命令失败）。本条还应包括关于系统的和部件的CSCI需求（若有），若适用应包括预防意外爆炸以及与核安全规则保持一致等方面的需求。

**补充说明**：此处的安全性应对软件研制任务书中提出的安全性要求进一步细化，软件研制任务书提出的安全性一般为功能性的要求，在需求规格说明书中应做进一步分析，确定软件具体的实施策略和措施，以满足功能性的要求。

**此节应对3.2所描述能力需求中重要程度为“关键”和“重要”的需求进行分析，识别可能造成人员或设备危害的状态、行为等，提出相应的控制措施/策略。**

**软件安全性是指软件不引起事故的能力，这包括对人、设备以及环境的影响。软件安全性有别于软件可靠性，并非所有非安全因素均由软件故障引起，但对于关键软件软件故障极易引起事故。**

**软件安全性分析首先要识别出软件/系统可能出现的危险状态，危险状态包括异常信号、特定部件故障、特定状态、非法操作等，再确定对所识别出的危险状态的处置方案，一般包括预定的处理流程/方法（如操作规范、应急措施等）、告警、工作方式的转变（自动改为人工）、看门狗等策略。**

**涉及控制类的软件一般应提出安全性要求，防止因控制不当对硬件造成损害，并确定安全性处置方案。**

## 保密性需求

保密性需求见表11　。

1. 保密性需求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | 软件标识\_SRS\_SEC | 需求名称 |  |
| 优先级 | 高/中/低 | 重要程度 | 关键/重要/一般 |
| 上一级需求标识 |  | | |
| 需求描述 | 给出具体的软件具体的保密策略。可以涉及数据、访问、接入等方面 | | |

本条应描述与维护保密性有关的CSCI需求（若有）。（若适用）这些需求应包括：CSCI必须在其中运行的保密性环境、所提供的保密性的类型和级别、CSCI必须经受的保密性风险、减少此类风险所需的安全措施、必须遵循的保密性政策、CSCI必须具备的保密性责任、保密性认证/认可必须满足的准则等。

## CSCI环境需求

需求标识：软件标识\_SRS\_ENV

本软件为嵌入式软件/采用客户端+服务器/浏览器+服务器方式运行，运行所需的CSCI环境需求见表12　。

1. CSCI环境需求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 资源名称 | 用途 | 硬件/软件配置说明 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

本条应描述CSCI的运行环境需求（若有）。如在其上运行CSCI的计算机硬件和操作系统。（对计算机资源的其他需求见3.10）。

说明：主要软件运行所需的硬件环境、软件环境。如运行的硬件平台、。

## 计算机资源需求

### 计算机硬件需求

需求标识：软件标识\_SRS\_RES\_HW

计算机硬件需求见表13　。

1. 计算机硬件需求

| 序号 | 资源名称 | 数量 | 硬件配置说明 | 国别及厂家 | 用途 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

本条应描述针对本CSCI必须使用的计算机硬件的需求（若有）。（若适合）这些需求应包括：各类设备的数量：处理机、存储器、输入/输出设备、辅助存储器、通信/网络设备及所需其他设备的类型、大小、容量和其他所需的特征。

### 计算机硬件资源使用需求

需求标识：软件标识\_SRS\_RES\_UTI

本软件为有实时性能要求/强实时性能要求，处理时间余量一般不小于20%，运行空间余量和存储空间余量不小于30%。

本条应描述本CSCI的计算机硬件资源使用需求（若有），例如：最大允许利用的处理机能力、内存容量、输入/输出设备的能力、辅助存储设备容量和通信/网络设备的能力。这些需求（例如陈述为每一个计算机硬件资源能力的百分比）应包括测量资源使用时所处的条件（若有）

说明：一般写本软件为嵌入式软件可以使用所有的计算机资源，。一般应明确存储空间、通信带宽的余量要求。

非嵌入式软件特别与其它软件共用资源的，应明确资源使用限制

### 计算机软件需求

需求标识：软件标识\_SRS\_RES\_SOFT

计算机软件需求见表14　。

1. 计算机软件需求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 软件名称 | 国别及厂家 | 版本号 | 软件用途 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

本条应描述本CSCI必须使用或必须被并入本CSCI的计算机软件的需求（若有）。例如包括：操作系统、数据库管理系统、通信/网络软件、实用软件、输入和设备仿真软件、测试软件和制造软件。要列出每一个这样的软件项的正确名称、版本和参考文档

说明：操作系统在应标准环境中选择。涉及的驱动程序、BSP等应纳入配置管理，其它相关的手册和芯片手册等存入开发库。

### 计算机通信需求

需求标识：软件标识\_SRS\_RES\_COM

计算机通信需求见表15　。

1. 计算机通信需求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 接口类型 | 数量 | 通信需求 |
| 以太网 | 2 | 最低10M数据发送速率。 |
| RS-422 | 2 | 波特率4800bit/s |

本条应描述本CSCI必须使用的计算机通信方面的需求（若有）。例如包括：要连接的地理位置；配置和网络拓扑；传输技术；数据传送速率；网关；要求的系统使用时间；被传送/接收的数据的类型和容量；传送/接收/响应的时间限制；数据量的峰值；以及诊断特性。

## 软件质量因素

### 可靠性需求

可靠性需求见表16　。

1. 可靠性需求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | 软件标识\_SRS\_QUA\_REL | 需求名称 | 可靠性需求 |
| 优先级 | 高/中/低 | 重要程度 | 关键/重要/一般 |
| 上一级需求标识 |  | | |
| 需求描述 | 可靠性需求应分表格描述，给出具体的可靠性处理措施（从容错性和健壮性方面考虑，）。 | | |

### 维护性需求

维护性需求见表17　。

1. 维护性需求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | 软件标识\_SRS\_QUA\_MAN | 需求名称 | 维护性需求 |
| 优先级 | 高/中/低 | 重要程度 | 关键/重要/一般 |
| 上一级需求标识 |  | | |
| 需求描述 | 维护性需求应分表格描述，给出具体的维护性措施（可从日志管理、在线升级、版本上报、容错性和健壮性方面考虑）。 | | |

### 易用性需求

易用性需求见表18　。

1. 易用性需求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | 软件标识\_SRS\_QUA\_EASY | 需求名称 | 易用性需求 |
| 优先级 | 高/中/低 | 重要程度 | 关键/重要/一般 |
| 上一级需求标识 |  | | |
| 需求描述 | 易用性需求应给出具体的易用性处理措施（可从易理解、统一交互规则、弹窗方式/层数、快捷操作、交互提醒等方面分析）。 | | |

### 兼容性需求

兼容性需求见表19　。

1. 兼容性需求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | 软件标识\_SRS\_QUA\_COMP | 需求名称 | 兼容性需求 |
| 优先级 | 高/中/低 | 重要程度 | 关键/重要/一般 |
| 需求描述 | 考虑软件需要兼容的软件、硬件需求。 | | |

本条应描述合同（或软件研制任务书）规定的或由较高一级规格说明派生出的软件质量因素方面的CSCI需求（若有）。例如包括有关CSCI功能性、可靠性、易用性、效率、维护性、可移植性和其他属性的定量要求。

**补充说明：**涉及可靠性的要求，此处应该进行进一步分析，确定具体的措施。

## 设计和实现约束

需求标识：软件标识\_SRS\_DIC

设计和实现约束要求如下：

本条应描述约束CSCI的设计和实现的那些需求（若有）。这些需求可引用相应的商用或军用标准和规范来指定。例如包括关于以下各方面的需求：

a) 使用一个特定的CSCI体系结构，或针对体系结构的要求，例如所要求的数据库或其他软件单元；使用标准的或现有的部件；或使用由政府/需方提供的资源（设备、信息或软件）；

b) 使用特定的设计或实现标准；使用特定的数据标准；使用特定的编程语言；

c) 为支持在技术、威胁或使命方面预期的增长或变化，必须提供的灵活性和可扩展性。

## 人员需求

需求标识：软件标识\_SRS\_PER

本条应描述与**使用或支持**本CSCI的人员有关的CSCI需求（若有），包括人员的数量、技术水平、责任期限、培训要求或其他信息。例如包括要求允许**多少用户同时工作**，以及嵌入的帮助和培训等方面的需求；还应包括施加于CSCI的**人素工程需求**（若有）。（适用时）这些需求应包括对人的能力和局限性的考虑，在正常和极端条件下**可预见的人为错误**，以及人为错误影响特别严重的那些特定场合。例如包括对**出错消息的颜色和持续时间的要求**、对关**键指示器或按钮的物理位置**的要求，以及**对听觉信号的使用要求**。

**补充说明：**此条需求为导出需求，英文原版标题为Personnel-related requirements。考虑使用人员的情况软件应具备哪些功能以满足其使用，主要考虑人机交互相关的需求（交互界面、操作、按键、其它视觉和声觉提示等）。

## 培训需求

需求标识：软件标识\_SRS\_TRA

本条应描述与培训有关的CSCI需求（若有）。

**补充说明：**此条需求为导出需求，英文原版标题为Training-related requirements，不是对使用人员培训的需求而是软件自身的功能需求。主要考虑涉及培训方面，软件应提供哪些功能，如训练模式、嵌入培训软件等。

## 软件保障需求

需求标识：软件标识\_SRS\_SUP

本条应描述与软件保障考虑有关的CSCI需求（若有）。这些考虑可以包括：对系统维护、软件保障、系统运输方式、补给系统的要求、对现有设施的影响和对现有设备的影响。

**补充说明：**此条需求为导出需求，英文原版标题为Logistics-related requirements，不是针对软件交付后的保障工作需求而是适应保障性工作软件自身的功能需求。

## 其他需求

需求标识：软件标识\_SRS\_OTH

任务书的固件需求放在此节。

本条应描述上述各条未能覆盖的其他CSCI需求（若有）。

## 验收、交付和包装需求

需求标识：软件标识\_SRS\_PAC

按照Q/707G 534.2通过验收，所有问题都已经关闭。将产品基线纳入产品库管理。

本条应描述为了交付而对CSCI进行包装、加标记和处理（例如用8道磁带提交，该磁带以确定的方式加以包装并贴上标签）的需求（若有）。（若适用）可引用适当的标准。

## 需求的优先顺序和关键程度

CSCI需求优先顺序和关键程度见表20　。

1. CSCI能力需求的优先顺序和关键程度

| 序号 | 需求名称 | 需求标识 | 优先顺序 | 关键程度 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 编辑器可自动生成，无需编辑 | | | |

本条（若适用）应描述本文档中诸需求的优先顺序、重要程度、或所赋予的指明其相对重要性的权值。例如包括，指明那些被认为对安全性或保密性至关重要的需求，以便将这些需求作特殊处理。如果全部需求同等重要，本条应如实陈述。

本条应描述所定义的合格性方法，并为第3章中的每个需求指定为确保需求得到满足所要使用的方法。可用表格形式表述该信息，或为第3章中的每个需求注明所使用的方法。合格性方法可以包括：

a) 演示：不需要使用仪器、专用测试设备或进行事后分析，而是依靠可见的功能操作，直接运行本CSCI或本CSCI的一部分；

b) 测试：使用仪器或其他专用测试设备，运行本CSCI或本CSCI的一部分，采集数据供事后分析使用；

c) 分析：处理从其他合格性方法获得的累积数据。例如，对测试结果进行约简、解释或推断；

d) 审查：对CSCI代码、文档等进行目视检查；

e) 特殊的合格性方法：任何针对CSCI的特殊合格性方法，例如专用工具、技术、规程、设施、验收限制。

# 需求可追踪性（大家写）

需求的可追踪性见表19　。

软件研制任务书 代表合同中偏离表

软件需求规格说明 代表本文档

1. 用户需求与软件功能需求追踪表

| 软件研制任务书 | | 软件需求规格说明 | |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | 需求名称 | 需求标识 | 需求名称 |
| ZZTPCCXT\_01 | ▲实现知识图谱数据存储功能，包含实体、关系、属性等信息； | ZZTPCC\_FUN\_DMBSJDR | 数据存储 |
| .... |  | ... | ... |
| ZZTPZSXT\_01 | (1) ▲实现与知识图谱存储系统的数据源连接功能； | ZZTUZSXT\_FUN\_SJYLJ | 数据源连接 |
|  |  |  |  |

需求的反向追踪性见表23　。

1. 软件需求与用户需求反向追踪表

| 软件需求规格说明 | | 软件研制任务书 | |
| --- | --- | --- | --- |
| 需求标识 | 需求名称 | 需求标识 | 需求名称 |
| ZZTPCC\_FUN\_DMBSJDR | 数据存储 | ZZTPCCXT\_01 | ▲实现知识图谱数据存储功能，包含实体、关系、属性等信息； |
| .... | ... | ... | ... |
| ZZTUZSXT\_FUN\_SJYLJ | 数据源连接 | ZZTPZSXT\_01 | (1) ▲实现与知识图谱存储系统的数据源连接功能； |

本章应描述：

a) 从本规格说明中的每一个CSCI需求，到所涉及的系统（或子系统，若合适）需求的可追踪性（也可以通过对第3章中的每一个需求进行注释来提供可追踪性）；

注：每一个层次的系统细化都可能导致需求不能直接被追踪到较高层次。例如：一个系统体系结构设计建立了多个CSCI，可能导出关于这些CSCI如何接口的需求，而这些接口需求在系统需求中并没有被涵盖。这样的需求可以被追踪到类似于“系统实现”这样的一般需求，或被追踪到导致它们产生的系统设计决策。

b) 从已分配给本CSCI的每一个系统需求（或子系统需求，若合适），到所涉及的CSCI需求的可追踪性。分配给本CSCI的全部系统/子系统需求都应加以说明。追踪到包含在IRS中的CSCI需求时，可引用那些IRS。

# 注释

无。

本章应包括有助于了解文档的所有信息（例如：背景、术语、缩略语或公式）。

D:\\707编辑器（2.50）\\707所文件编辑器（网络版）--客户端\\文件模板\\endline.jpg