

# 需求分析

## 智能化工厂辅助系统需求文档

模块名称：地图标注模块

### 1. 项目背景

在工业4.0智能化工厂中，生产设备、物流路径、安全区域等物理实体的数字化管理是提升生产效率和安全性的核心需求。地图标注模块通过以下方式支持工厂的智能化转型：

- 设备定位：**实时追踪设备位置（精度 $\pm 5\text{cm}$ ）
- 路径优化：**动态规划AGV（自动导引车）运输路径
- 安全管控：**划分危险区域（如高温区、化学品区）
- 事件响应：**快速定位异常事件（如设备故障、人员闯入）

**目标：**通过数字化地图标注，降低人工巡检频率40%，提升物流效率25%。

### 2. 可查看范围

角色	权限范围
产线操作员	仅可查看所属车间的设备标注及基础属性
物流调度员	全厂物流路径拓扑图 + 设备负载状态
安全管理员	热区标注（含历史修改记录） + 异常事件热力图
系统管理员	所有标注的完整元数据（含操作日志、版本回溯）

### 3. 专业术语

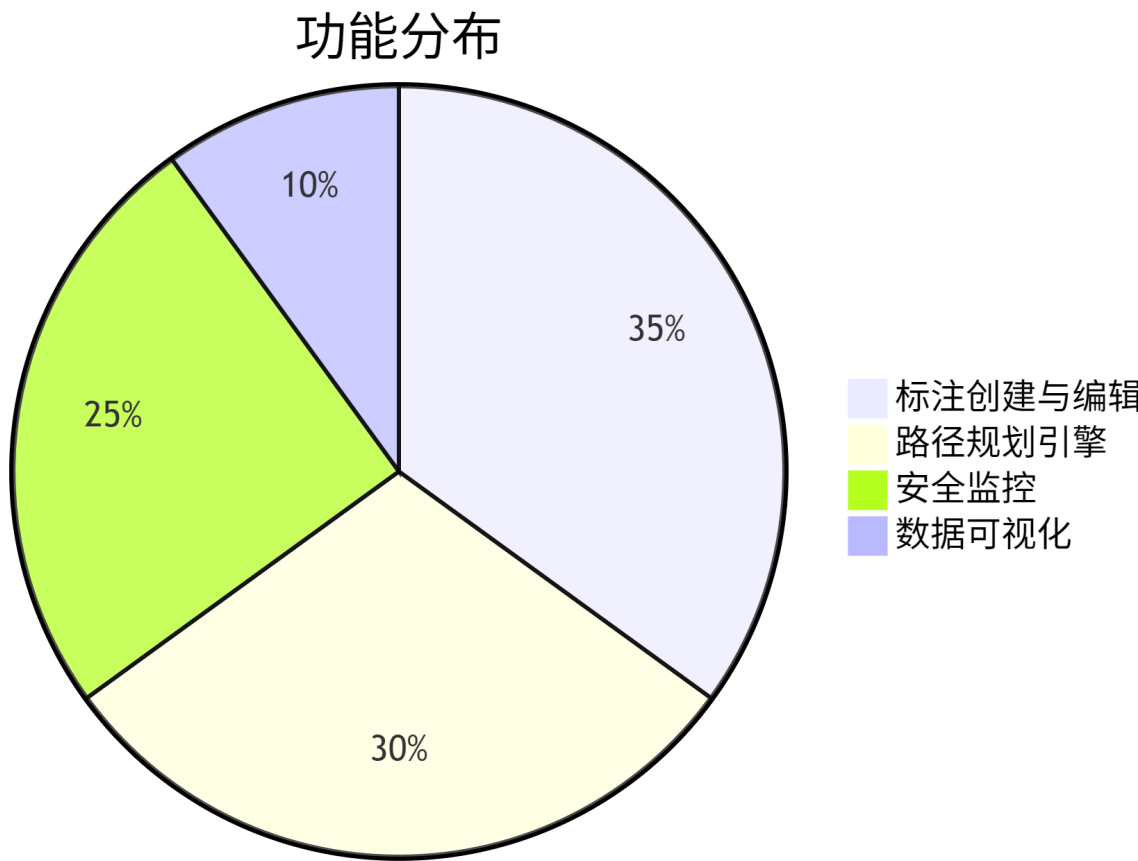
术语	定义
标注 (Annotation)	包含坐标、类型、业务属性的地图对象（如设备、工位）
热区(Hot Zone)	具有特定业务规则的封闭区域（如质检区需禁止AGV进入）
路径拓扑	AGV路径的连通性模型（节点表示工位，边权重表示运输耗时）
标注生命周期	创建→审核→生效→归档的完整状态机

### 4. 功能描述

## 4.1 总功能描述

实现工厂地图的**全要素数字化标注**，核心功能包括：

- **多源标注创建**：支持CAD图纸导入、AR标注、手动标定
- **智能冲突检测**：自动校验标注重叠（如设备与安全区重叠）
- **时空版本管理**：按时间轴回溯历史地图状态
- **语义搜索**：支持自然语言查询（如“2023年Q3的AGV路径”）



## 4.2 具体模块描述

### 模块1：标注创建与编辑

## 功能：

- 通过拖拽界面创建标注（类型包括设备、安全区、路径点）
- 支持设置业务属性（如设备ID、安全等级、路径优先级）
- 冲突检测：标注重叠时触发告警（如设备底座超出工位边界）

## 界面示例：

[设备标注面板]

属性	输入框/下拉框	
-----	-----	
设备ID	_____	
标注类型	<input type="checkbox"/> 设备 <input type="checkbox"/> 安全区 <input type="checkbox"/> 路径点	
生效时间	2023-10-01 至 2023-12-31	

## 模块2：路径规划引擎

### 功能：

- 基于Dijkstra算法生成最优运输路径
- 动态避障：实时调整路径避开临时障碍物
- 负载均衡：根据设备负载分配运输任务

### 数据流：

AGV请求路径 → 引擎计算候选路径 → 返回最优路径（含预估耗时）

---

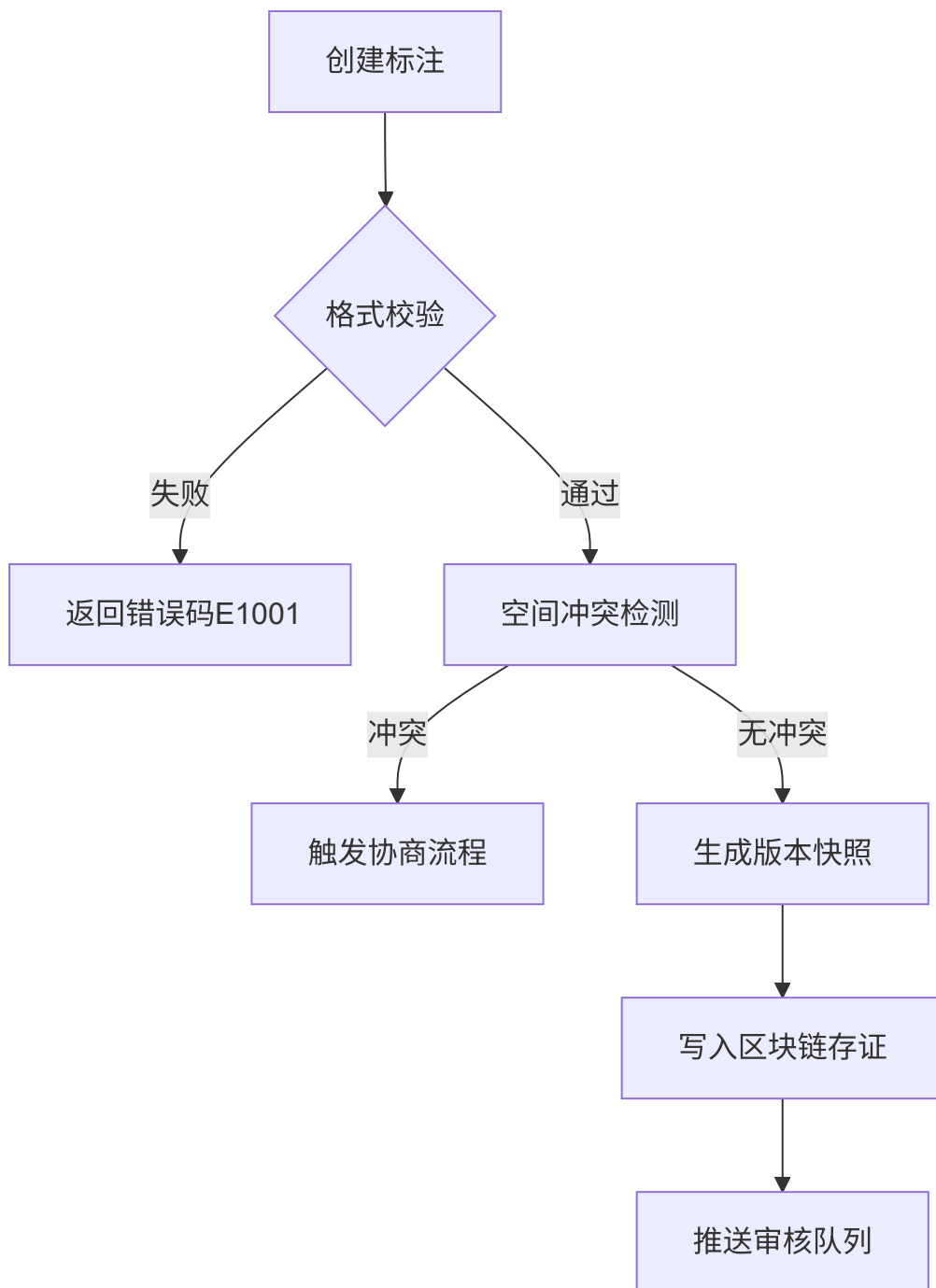
## 模块3：热区监控

功能：

- 电子围栏：人员/AGV进入危险区域时触发告警
  - 热力图生成：统计区域异常事件频率
  - 规则引擎：支持自定义业务规则（如“质检区禁止叉车进入”）
- 

## 5. 流程图

### 标注生命周期流程



---

## 6. 数据库表设计

### 标注主表 (map\_annotations)

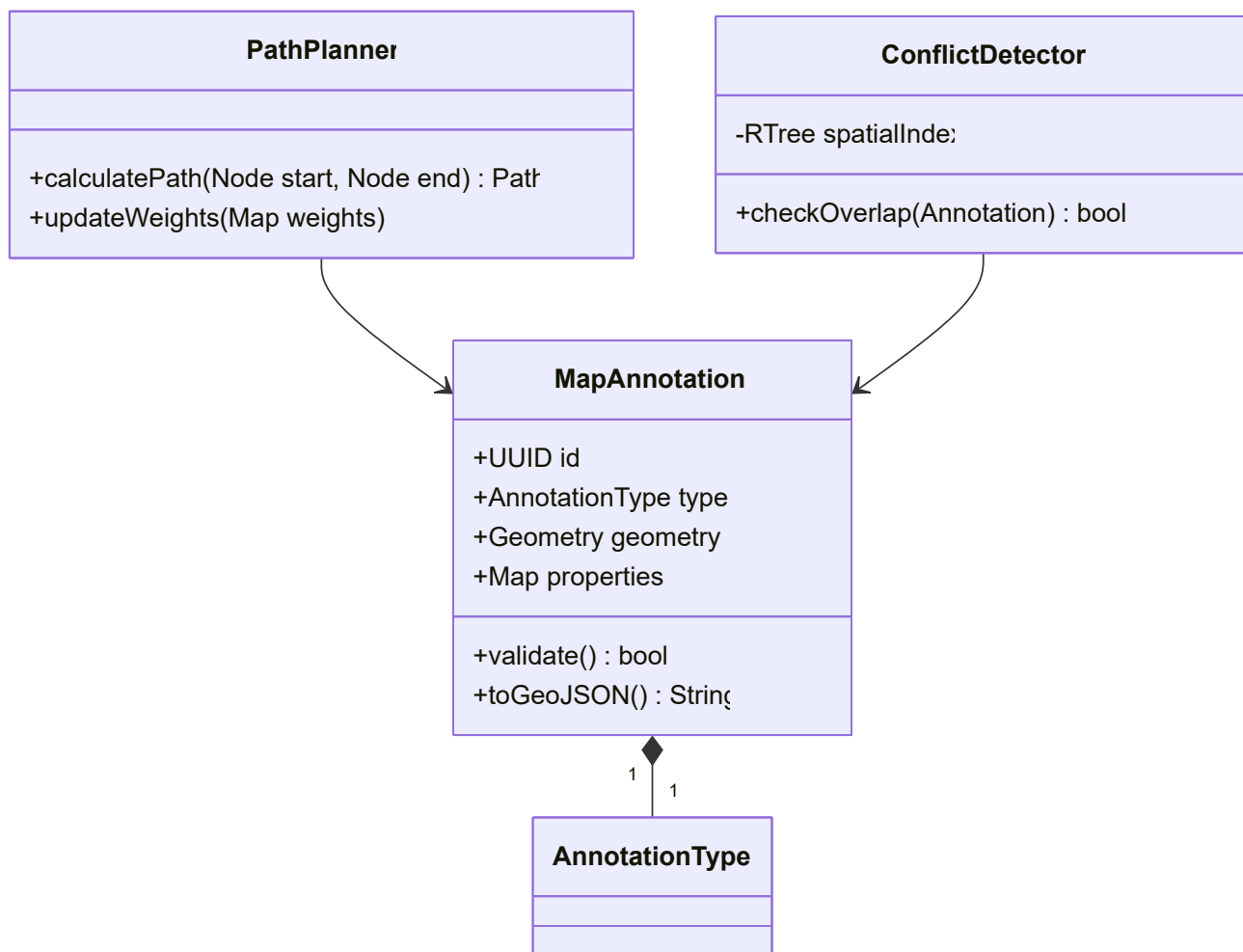
字段名	类型	约束	描述
annotation_id	UUID	PRIMARY KEY	全局唯一标识
geometry	GEOMETRY	NOT NULL	PostGIS空间数据
properties	JSONB	DEFAULT '{}'	业务扩展属性
created_by	VARCHAR(32)	FOREIGN KEY(users)	创建人
status	ENUM	DEFAULT 'pending'	状态（审核中/生效/归档）

## 审计日志表 (audit\_logs)

字段名	类型	索引
operation_type	ENUM	BTREE
operator_id	VARCHAR(32)	联合索引
timestamp	TIMESTAMP	BRIN

---

## 7. UML类图



## 8. 网络通信协议

### 标注创建请求

```
message CreateAnnotationRequest {
    required AnnotationType type = 1;
    repeated Coordinate vertices = 2; // 多边形顶点
    map<string, string> properties = 3;
    optional string parent_id = 4;    // 用于标注继承
}

message Coordinate {
    double x = 1; // 米制坐标
```



```
double y = 2;  
int32 floor = 3;  
}
```

## 路径规划响应

```
message PathResponse {  
    repeated Node nodes = 1;  
    int32 total_cost = 2; // 单位：秒  
    bytes heatmap = 3;    // 路径热力图PNG  
}
```

---