

**需求分析报告**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目名称： | 交大实验室危险气体  实时监测与预警系统 |
| 撰写人： | 杨敏龙 |

目录

[1.引言 3](#_Toc964)

[2. 需求概述 3](#_Toc3720)

[2.1 目标 3](#_Toc31441)

[2.2 用户类和特征 3](#_Toc9958)

[2.3 运行环境 3](#_Toc19405)

[3. 功能需求 3](#_Toc11734)

[3.1 确定执行者 4](#_Toc28906)

[3.2 确定用例 5](#_Toc6608)

[3.3 编写用例文档 5](#_Toc32684)

[4.非功能需求 7](#_Toc18337)

[4.1 性能需求 7](#_Toc29078)

[4.2 安全性需求 7](#_Toc25321)

[5.故障处理 8](#_Toc9040)

[6.外部接口需求 8](#_Toc16168)

|  |
| --- |
| **需求分析报告** 1.引言 参见2.3 可行性分析报告的引言。  **2. 需求概述**  2.1 目标  “交大实验室危险气体实时检测与预警系统”主要提供实时气体浓度监控、自动预警响应、应急流程标准化管理及安全数据分析等功能。该系统针对的用户是中小规模高校实验室（如北京交通大学部分院系实验室），其危险气体种类和监测点位有限，系统需具备操作便捷性高、响应速度快、维护成本低的特点，方便安全管理员实现高效风险管控，同时保障实验人员能够快速执行规范操作，从源头降低泄漏与爆炸事故风险。  **2.2 用户类和特征**  本系统定义六类用户：气体传感器：作为自动数据终端，实时上报浓度并触发设备联动；平台负责人（校级）拥有最高权限，负责全局账户管理、策略配置及日志审计，需精通网络安全；学院负责人（院级）管理本院物业及房间负责人账户，协调跨实验室风险；物业负责人：掌控硬件设施权限，维护传感器与通风/电力设备；房间负责人（实验室级）管理成员账户、处理本地警报及培训；房间成员（学生/研究人员）通过移动端接收报警并执行应急操作，仅需基础设备操作能力。  **2.3 运行环境**  参见2.3 可行性分析报告的运行环境。  **3. 功能需求**  本系统相应的需求有：  （1）能够对实验室气体监控数据进行集中存储与动态管理，主要包括：   * + 终端状态数据：气体传感器设备状态（在线/故障/低电量）、实时浓度数值、校准记录。   + 警报记录：预警（低风险）、一级警报（中度风险）、二级警报（高风险）的触发时间、位置、处理状态及处置日志。   + 用户操作数据：各级负责人的配置变更、应急操作记录及权限分配历史。  1. 房间级操作（房间成员/负责人），这其中包括：  * 终端状态查看：实时监测本房间气体浓度数值；查询本房间传感器设备状态及历史警报记录（24小时内）。 * 预警警报处理：接收系统推送的本房间预警信息（如浓度接近阈值）；执行标准化应急操作（如"确认通风启动"或"上报异常"）。 * 成员管理（仅房间负责人）：增删改本实验室成员账户，分配基础操作权限  1. 楼栋级操作（物业负责人），这其中包括：  * 全楼栋监控管理：查看本楼栋所有房间的实时数据、设备状态及警报记录；处理楼栋级预警（如多房间同时浓度异常）；设置物业附属负责人，共享设备维护权限。 * 硬件联动控制：远程触发通风/电力设备（如整栋楼强制通风）。  1. 学院级操作（学院负责人），这其中包括：  * 全院风险管控：监控本院所有实验室实时数据及历史警报；处理房间负责人无法解决的一级警报（如持续泄漏未处置）；任命学院附属负责人，协同跨实验室应急响应。  1. 校级操作（平台负责人），这其中包括：  * 全局监管与审计：查看全校传感器状态、实时数据及全量警报记录；介入处理二级警报（如爆炸风险）及学院未解决的重大事件配置，系统安全策略（备份规则、报警阈值层级）。   **3.1 确定执行者**  执行者是与系统交互的外部实体，它既可以是人员也可以是外部系统或硬件设备。  确定执行者可以通过提出以下问题得到：  –谁使用系统的主要功能？  –谁需要系统的支持以完成日常工作任务？  –谁从系统获取信息？  –谁负责维护和管理系统以保证其正常运行？  –系统需要应付（处理）哪些外部硬件设备？  –系统需要和哪些外部系统交互？  人员执行者涵盖五类核心用户：平台负责人作为校级管理者，依赖系统完成全局策略配置与安全审计；学院负责人通过系统获取跨实验室风险数据，协调重大警报处置；物业负责人利用系统控制楼栋通风/电力设备，维护硬件设施；房间负责人操作本地成员管理及预警处理功能；房间成员则直接接收系统推送的警报指令并执行应急动作。所有人员均需系统支持日常工作，其中高层级用户（平台/学院负责人）侧重监管维护，基层用户（房间级）聚焦实时响应。  硬件设备执行者以气体传感器为核心，作为系统的"感知终端"，主动上报浓度数据并执行联动指令。系统需实时处理其传输的监测信息，并反向控制其应急动作，构成双向交互基础。  外部系统执行者主要包括消防报警系统和楼宇管理系统（BMS）。当系统判定二级高风险警报时，将自动触发消防系统启动疏散协议；同时通过与BMS的实时数据交换，同步通风/电力状态并发送强制调控指令（如全楼通风），实现跨系统协同应急。  **3.2 确定用例**  用例描述了一个完整的系统事件流程，其重点在于执行者与系统之间的交互而不是内在的系统活动，并对执行者产生有价值的可观测结果。  确定用例可以通过提出以下问题得到：  –参与者需要从系统中获得什么功能？参与者需要做什么？  –参与者读取、产生、删除、修改或存储系统的某些信息吗？  –系统中发生事件需要通知参与者吗？参与者需要通知系统某件事情吗？  –系统的输入/输出信息是什么？这些信息从哪儿来到哪儿去？  –采用什么实现方法满足某些特殊要求？  我们通过一定的调研和分析得到的“交大实验室危险气体实时检测与预警系统”的用例图，如图3.1所示。    图3.1 用例图  **3.3 编写用例文档**  用例图不能提供用例所具有的全部信息，因此需要使用文字描述那些不能放映在图形上的信息。用例文档是关于执行者与系统如何交互的规格说明，要求清晰明确，没有二义性。在描述用例时，应该只注重外部能力，不涉及内部细节。下面给出本例中的用例文档。  1. 用例：上报浓度数据  参与执行者：气体传感器（主动执行者） 入口条件：传感器通电联网，系统处于运行状态。 事件流：传感器实时采集气体浓度（如甲烷、氢气）；系统接收数据并校验格式有效性；  若数据异常（如数值溢出），丢弃该次上报；有效数据存储至数据库，并触发阈值分析。 出口条件：浓度数据成功存入数据库，供监测模块调用。 异常事件：网络中断：传感器缓存数据，恢复后重传；数据无效：系统记录“传感器X数据异常”日志。  2. 用例：处理预警警报  参与执行者：房间成员、房间负责人 入口条件：用户登录系统，收到预警推送（弹窗/短信）。 事件流：系统检测浓度超标→推送预警（含气体类型、浓度值、位置）；用户点击“处理”按钮→系统展示应急指令（如“立即通风”）；用户执行指令→系统反馈结果（如“通风已启动，浓度下降中”）；系统标记警报状态为“已处理”，记录操作者及时间。 出口条件：警报状态更新，操作日志入库。 异常事件：用户未响应：15分钟后升级为一级警报，通知物业负责人；操作失败（如通风故障）：系统提示“设备异常，请联系物业”。  3. 用例：管理房间成员  参与执行者：房间负责人 入口条件：负责人登录系统，权限为“房间管理员”。 事件流：  添加成员： 输入学号/姓名→系统验证学籍有效性→分配基础权限→通知新成员账户生效。  修改权限： 选择成员→调整权限等级（如“可操作通风”）→系统实时生效。  删除成员： 选择成员→点击删除→系统提示“确认移除？”→确认后冻结账户并同步门禁系统。 出口条件：成员账户状态变更生效，权限同步至关联系统。  异常事件：  学籍无效：提示“学号不存在，请重新输入”；  权限冲突：禁止赋予超出房间负责人的权限等级。  4. 用例：楼栋级设备联动  参与执行者：物业负责人 入口条件：物业负责人登录系统，触发“设备控制”权限。 事件流：  选择楼栋→点击“强制通风”→系统向BMS发送加密指令；  BMS启动通风设备→回传状态（如“风机功率80%”）；  系统显示“通风中”，并广播通知关联房间（如“A栋通风已启动”）；  操作日志记录指令内容、执行状态、时间戳。 出口条件：设备状态更新，楼栋级操作日志入库。 异常事件：  BMS无响应：系统提示“设备通信失败，请手动检查”；  权限不足：禁止跨楼栋操作（如B栋负责人操作A栋设备）。  5. 用例：介入二级警报  参与执行者：学院负责人、平台负责人 入口条件：系统推送二级警报（浓度极高/爆炸风险），负责人登录系统。 事件流：  负责人确认警报详情（位置、浓度趋势）→点击“启动消防联动”；  系统向消防系统发送位置数据及浓度值；  消防系统激活喷淋/广播→回传处置码（如“喷淋已开启”）；  系统标记警报为“已处置”，生成事故报告（含处置时间、响应方）。 出口条件：消防系统已触发，事故报告入库。  异常事件：  消防系统故障：系统自动通知备用联系人（如保安室）；  误报确认：负责人点击“误报”→需填写原因→降级为预警。  6. 用例：生成系统状态报告  参与执行者：平台负责人、物业负责人 入口条件：用户登录系统，拥有“报告生成”权限。 事件流：  手动生成：设置时间/楼栋→点击“生成报告”→系统聚合数据（设备在线率、警报统计）→输出PDF/Excel文件→推送至邮箱。  自动生成：每周一8:00自动生成全校报告→邮件发送至平台负责人。 出口条件：报告文件成功生成并送达指定邮箱。 异常事件：数据缺失：跳过异常时段，报告标注“部分数据丢失”；邮件发送失败：系统界面保留30天临时下载链接。  7. 用例：查看气体监控终端状态  参与执行者：房间成员、房间负责人、物业负责人、学院负责人、平台负责人 入口条件：用户登录系统，拥有对应层级的数据查看权限。 事件流：用户选择目标范围：房间成员/负责人：自动锁定本房间；物业负责人：选择楼栋（如“实验楼A栋”）；学院/平台负责人：选择学院或全校  系统实时调取数据：终端状态（在线/故障/低电量）当前气体浓度值（如“氢气：1.2%”）24小时内历史警报记录（类型/时间/处置状态）  可视化展示：数值仪表盘（实时浓度）设备状态指示灯（绿/黄/红）历史记录表格（支持按时间排序） 出口条件：界面展示用户权限范围内的监控状态数据。 异常事件：无数据：若设备离线＞5分钟，显示“设备失联，请检查供电”若从未上报数据，显示“暂无监测记录”越权访问：房间成员尝试查看他室数据 → 系统拦截并提示“权限不足”  **4.非功能需求**  **4.1 性能需求**  实时响应能力：  传感器数据上报延迟 ≤ 100ms（从采集到入库）  预警警报推送延迟 ≤ 2s（从阈值触发到用户终端）  设备控制指令执行延迟 ≤ 3s（如通风系统启动）  并发处理能力：  支持 500+ 房间终端同时在线监测  允许 200+ 用户并发操作（如处理警报、查看状态）  数据吞吐量：  峰值处理 ≥ 1000 条/秒传感器数据  报告生成耗时 ≤ 60s（全校级数据聚合）  **4.2 安全性需求**  通过五级角色权限隔离（平台→学院→物业→房间负责人→成员）实现最小权限原则，关键操作（如设备联动或成员删除）需双因子认证（密码+动态码）。数据传输采用TLS 1.3加密，数据库敏感字段使用AES-256加密存储。部署WAF防御网络攻击，操作日志通过区块链存证确保不可篡改。强制实施12位复杂密码策略（90天强制更新）及登录失败5次锁定机制，从访问控制到数据存证构建零信任安全模型。  **5.故障处理**  采用双写机制（本地缓存+云端存储）保障数据持久化，传感器断网时可本地缓存数据72小时以上。每日全量备份与5分钟增量备份支持15秒内数据回滚，主备服务器故障10秒内自动切换。设计分级降级策略：传感器故障时自动切换相邻节点数据推算，系统过载时暂停非核心功能（如报告生成）。关键故障（如数据库崩溃）触发三级告警（系统弹窗→短信→电话呼叫），确保故障可快速响应且核心监测功能不中断。  **6.外部接口需求**  系统需通过标准化协议对接四类外部实体：  气体传感器采用MQTT over TLS协议，接收JSON格式浓度数据（如{sensor\_id: "A1", gas: "H2", value: 1.8}）；  楼宇管理系统（BMS） 通过BACnet/IP协议发送设备控制指令（如{command: "vent\_on", building: "B2"}）；  消防系统 基于抗干扰的Modbus TCP协议触发应急联动（含位置坐标与浓度等级）；  校园认证系统 通过OAuth 2.0 + SCIM同步用户账户，自动冻结离职人员权限。所有接口需支持心跳检测，断开10秒内告警，确保工业级协同可靠性。 |