**放射性废物收集组件服务软件**

**需求分析报告**

**四川天健科技有限公司**

**编写日期：2019年08月20日**

目 录

[第一章 引言 1](#_Toc25243131)

[目的 1](#_Toc25243132)

[背景 1](#_Toc25243133)

[标识 1](#_Toc25243134)

[项目来源 1](#_Toc25243135)

[项目人员 1](#_Toc25243136)

[参考资料 2](#_Toc25243137)

[术语 2](#_Toc25243138)

[第二章 项目概述 2](#_Toc25243139)

[系统概述 2](#_Toc25243140)

[软件概述 5](#_Toc25243141)

[软件功能 5](#_Toc25243142)

[实现语言 7](#_Toc25243143)

[用户特点 7](#_Toc25243144)

[一般约束 7](#_Toc25243145)

[第三章 功能需求 8](#_Toc25243146)

[设备状态获取 8](#_Toc25243147)

[设备运行状态获取 8](#_Toc25243148)

[系统运行状态上报 9](#_Toc25243149)

[设备控制 10](#_Toc25243150)

[设备运行参数设置 10](#_Toc25243151)

[故障 11](#_Toc25243152)

[故障上报 11](#_Toc25243153)

[日志 14](#_Toc25243154)

[日志记录 14](#_Toc25243155)

[第四章 外部接口需求 15](#_Toc25243156)

[用户界面 15](#_Toc25243157)

[硬件接口 15](#_Toc25243158)

[软件接口 16](#_Toc25243159)

[系统运行状态获取接口 16](#_Toc25243160)

[设备运行参数设置接口 17](#_Toc25243161)

[设备运行状态上报接口 18](#_Toc25243162)

[第五章 性能需求 18](#_Toc25243163)

[第六章 软件属性需求 18](#_Toc25243164)

[正确性 18](#_Toc25243165)

[健壮性 19](#_Toc25243166)

[可靠性 19](#_Toc25243167)

[安全性 19](#_Toc25243168)

[可维护性 19](#_Toc25243169)

[可移植性 19](#_Toc25243170)

[第七章 数据需求 19](#_Toc25243171)

[第八章 数据库需求 20](#_Toc25243172)

[第九章 特殊操作需求 20](#_Toc25243173)

# 引言

## 目的

本文档为放射性废物收集组件服务软件的需求文档，对放射性废物收集组件服务软件的功能以及接口做了详细的规范和定义。

本文档所预期的读者为软件设计人员、软件开发人员、软件测试人员，用于指导软件开发过程中的软件设计说明书编写、软件编码、测试文档编写以及软件测试工作。

## 背景

### 标识

1. 本文档标识号为：FS-FSXFWSJ-HTFW-XQ-V1.00；
2. 标题为：放射性废物收集组件服务软件需求分析报告；

### 项目来源

本项目委托单位：中国工程物理研究院核物理与化学研究所。

### 项目人员

本项目参与人员名单如表 1所示。

表 1 项目人员名单表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 职务 | 所属单位 | 项目角色 |
| 张锐 | 部门经理 | 四川天健科技有限公司 | 项目乙方负责人 |
| 谢崇竹 | 技术总监 | 四川天健科技有限公司 | 需求和技术负责人 |
| 黄东 | 系统架构师 | 四川天健科技有限公司 | 系统架构设计师 |

## 参考资料

1. 《辐射防护数据集成与监控系统软件设计技术规格书》
2. 《重大装置软件工程化规范手册》

## 术语

1. Tango中间件

一个开源的、面向设备控制的网络通信中间件，支持C++/Java/Python等语言。

1. SHA256非对称加密算法：

SHA256是SHA-2下细分出的一种算法。SHA-2，名称来自于安全散列算法2（英语：Secure Hash Algorithm 2）的缩写，一种密码散列函数算法标准，由美国国家安全局研发，属于SHA算法之一。

1. AES对称加密算法：

密码学中的高级加密标准（Advanced Encryption Standard，AES），又称Rijndael[加密法](https://baike.baidu.com/item/%E5%8A%A0%E5%AF%86%E6%B3%95)，是美国联邦政府采用的一种区块加密标准。

# 项目概述

## 系统概述

辐射防护分系统是总控系统的重要子系统，由辐射防护数据集成与监控系统软件和各个组件构成。辐射防护数据集成与监控系统软件是辐射防护分系统的集成和控制软件，在辐射防护分系统中承担着承上启下的重要作用。

辐射防护数据集成与监控系统接收总控系统下发的任务，将任务进行处理或者下发到对应的组件，并向总控系统反馈任务执行情况。用户也可在辐射防护数据集成与监控系统上定义任务并下发到对应的组件。

辐射防护数据集成与监控系统对组件运行状态进行监测，用图形化或者文本的方式显示组件和系统本身的运行状态、关键参数以及任务执行情况。用户也可以在系统中对各个组件进行远程控制。

各个组件周期性的将各自的状态信息存储到数据库服务器，作为总控系统安全连锁功能的重要参数，可以由总控系统进行访问和读取。

整个系统的网络拓扑架构如图 1所示。



图 1 系统网络拓扑架构图

辐射防护数据集成与监控系统软件划分为三类软件配置项。集中控制软件、服务软件和组件控制软件都是独立运行的软件，分别部署在不同的计算机上，它们之间通过Tango中间件进行通信。

除固定式区域辐射组件外，系统中的所有设备都具有网络接口，通过网线连接到交换机上进行通信，固定式区域辐射组件中的设备由于只支持RS485串口，所以需要使用串口网口转换设备，将RS485协议转换为IP协议，再连接到交换机。

系统中各个物理设备的IP地址和带宽需求见表 2所示。

表 2 IP地址和带宽需求表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 设备名称 | IP地址 | 带宽 |
| 总控系统 | 1个，由总控系统决定 | - |
| 辐射防护数据集成与监控系统集中控制软件 | 172.16.75.1 | 10Mbps |
| 辐射防护数据集成与监控系统服务软件 | 172.16.75.2 | 100Mbps |
| 在线去污组件服务软件 | 172.16.75.3 | 1Mbps |
| 离线去污组件服务软件 | 172.16.75.4 | 1Mbps |
| 氚净化组件服务软件 | 172.16.75.5 | 1Mbps |
| 放射性特排组件服务软件 | 172.16.75.6 | 1Mbps |
| 放射性废物收集组件服务软件 | 172.16.75.7 | 1Mbps |
| 氚监测组件服务软件 | 172.16.75.8 | 1Mbps |
| 流出物监测组件服务软件 | 172.16.75.9 | 1Mbps |
| 个人剂量监测组件服务软件 | 172.16.75.10 | 1Mbps |
| 固定式区域辐射监测组件服务软件 | 172.16.75.11 | 1Mbps |
| 在线去污组件 | 172.16.75.12 | 1Mbps |
| 离线去污组件 | 172.16.75.13 | 1Mbps |
| 氚净化组件 | 172.16.75.14 | 1Mbps |
| 放射性特排组件 | 172.16.75.15 | 1Mbps |
| 放射性废物收集组件 | 172.16.75.16 | 1Mbps |
| 氚监测组件 | 172.16.75.17 | 1Mbps |
| 流出物监测组件 | 172.16.75.18 | 1Mbps |
| 个人剂量监测组件 | 172.16.75.19 | 1Mbps |
| 固定式区域辐射监测组件 | 172.16.75.20~172.16.75.147 | 128Mbps |
| 数据库服务器 | 1个，由系统方确定 | - |

整个系统的数据流向如图 2所示。



图 2 系统数据流图

## 软件概述

放射性废物收集组件由现场机柜统一控制，配备视频监控信号，可以独立运行，也可以与辐射防护数据集成与监控系统进行通信和数据交互，接收来自辐射防护数据集成与监控系统的分派任务并反馈，也可以由机柜向辐射防护数据集成与监控系统传输放射性废物收集组件的运行状态、工艺流程、收集处理数量等参数。放射性废物收集组件的主要流程为废物分拣和切割及分装。系统硬件包含分拣机械手、切割手套箱（根据切割的废物尺寸大小，切割手套箱分为一大一小两个尺寸）等。

待处理件运抵废物收集暂存处理间之后，根据待处理件是否在模型库内，如果在模型库内，则按顺序输入模型代号，并摆放在标记位置，如果不在模型库内，则执行扫描流程，再根据实际情况可以在现场手动控制处理。在切割处理过程中，配备工艺视频监控和工艺流程监控，对处理好的废物，自动进行分拣装箱，装满的箱子按顺序转移并暂存在废物收集暂存处理间，该批次处理完成之后人工统一封盖。

放射性废物收集组件在辐射防护数据集成与监控系统需显示废物收集暂存系统的视频信号、工艺流程状态以及收集处理的废物数量等参数。

放射性废物收集组件服务软件运行在独立的计算机上，通过网络与辐射防护数据集成与监控系统连接，进行监控数据、系统远程控制命令以及任务数据的交付，实现以下功能：

1. 将放射性废物收集组件运行状态信息上报给辐射防护数据集成与监控系统；
2. 将放射性废物收集组件运行状态信息定时写入数据库；
3. 接收辐射防护数据集成与监控系统下发的设备控制命令，发送到放射性废物收集组件进行执行，并反馈执行结果。

## 软件功能

放射性废物收集组件服务软件具有设备状态获取、设备控制、日志等功能，如图 3所示。



图 3 软件功能图

具体的功能分解如表 3所示。

表 3 软件功能分解表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 一级功能 | 二级功能 | 功能描述 |
| 设备状态获取 | 设备运行状态获取 | 获取放射性废物收集组件的设备运行状态，保存到数据库 |
| 设备运行状态上报 | 将放射性废物收集组件的设备运行状态发送到辐射防护数据集成与监控系统 |
| 设备控制 | 设备运行参数设置 | 接收辐射防护数据集成与监控软件的设备参数设置命令，对设备进行运行参数设置，并反馈设置结果 |
| 故障 | 故障上报 | 将设备运行故障通过接口上报给辐射防护数据集成与监控系统 |
| 日志 | 日志记录 | 在数据库和本地日志文件中记录日志信息 |

## 实现语言

本软件采用C++语言进行编写。由于跨平台的需求，选用Qt作为软件的基础开发框架，网络通信选用Tango中间件。

## 用户特点

1. 系统操作员：使用本软件对放射性废物收集组件进行控制、任务下发，监视放射性废物收集组件运行状态。
2. 系统维护人员：对本软件进行日常的维护操作。

## 一般约束

放射性废物收集组件服务软件严格按照《重大装置软件工程化规范手册》进行设计、开发和测试验证。

软件开发及运行环境具体要求如表 4所示。

表 4 软件开发及运行环境表

|  |  |
| --- | --- |
| 软件运行硬件环境 | X86架构计算机  CPU：intel I7 6核 3.0GHz及以上处理器  内存：大于或等于8GB  硬盘：不少于500G可用磁盘空间 |
| 软件运行软件环境 | 服务软件：Linux 64Bit（内核版本≥4.15.0） |
| 软件开发环境 | Qt 5.9.0及以上版本  Tango 9.2.2 64Bit版本 |

# 功能需求

## 设备状态获取

### 设备运行状态获取

#### 引言

服务软件提供设备运行状态上报接口，放射性废物收集组件嵌入式软件调用此接口上报设备运行状态信息。服务软件收到此信息后，将设备运行状态信息写入数据库中。

#### 输入要求

设备运行状态获取功能的输入要求如表 5所示。

表 5设备运行状态获取功能输入表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 内容名称 | 类型 | 备注 |
| 系统运行状态 | Boolean | 设备开启或关闭 |
| 工艺流程 | Enumerate |  |
| 废物收集处理伤口 | Integer |  |

#### 处理要求

1. 服务软件提供设备运行状态上报接口，放射性废物收集组件嵌入式软件调用此接口上报设备运行状态信息；
2. 服务软件对上报的信息做合法性校验，如果校验失败，记录错误日志，终止流程；
3. 服务软件将在线去污运行状态信息写入数据库中，如果失败，记录错误日志，终止流程。

#### 输出要求

无。

### 系统运行状态上报

#### 引言

服务软件收到放射性废物收集组件上报的设备状态运行信息后，调用辐射防护数据集成与监控系统提供的组件运行状态上报接口，将放射性废物收集组件的运行状态进行发送。

#### 输入要求

系统运行状态上报功能的输入要求如表 6所示。

表 6 系统运行状态上报功能输入表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 内容名称 | 类型 | 备注 |
| 系统运行状态 | Boolean | 设备开启或关闭 |
| 工艺流程 | Enumerate |  |
| 废物收集处理数量 | Integer |  |

#### 处理要求

1. 服务软件提供设备运行状态上报接口，放射性废物收集组件嵌入式软件调用此接口上报设备运行状态信息；
2. 服务软件对上报的信息做合法性校验，如果校验失败，记录错误日志，终止流程；
3. 服务软件将在线去污运行状态信息写入数据库中，如果失败，记录错误日志，终止流程。

#### 输出要求

系统运行状态上报功能输出如表 7所示。

表 7 系统运行状态上报功能输出表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 内容名称 | 类型 | 备注 |
| 系统运行状态 | Boolean | 设备开启或关闭 |
| 工艺流程 | Enumerate |  |
| 废物收集处理数量 | Integer |  |

## 设备控制

### 设备运行参数设置

#### 引言

服务软件提供设备运行参数设置接口，控制工位软件调用此接口将设备运行参数设置命令下发到服务软件，由后台将控制命令下发到放射性废物收集组件设备。

放射性废物收集组件设备执行参数设置命令后，将命令执行结果反馈到服务软件，服务软件将执行结果转发到控制工位软件。

#### 输入要求

设备运行参数设置功能的输入要求如表 8所示。

表 8 设备运行参数设置功能输入表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 内容名称 | 类型 | 备注 |
| 系统运行状态 | Boolean | 设备开启或关闭 |

#### 处理要求

1. 服务软件提供设备运行参数设置接口，辐射防护数据集成与监控系统调用此接口将设备运行参数设置命令下发到放射性废物收集组件设备；
2. 放射性废物收集组件设备收到参数设置命令后，执行命令，并将命令执行结果反馈到服务软件；
3. 服务软件接收到放射性废物收集组件设备发送的命令执行结果后，调用辐射防护数据集成与监控系统的控制命令上报接口，将命令执行结果反馈到辐射防护数据集成与监控系统。如果接收命令执行结果超时，记录错误日志。

#### 输出要求

设备运行参数设置功能的输出要求如表 9所示。

表 9 设备运行参数设置功能输出表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 内容名称 | 类型 | 备注 |
| 参数设置命令执行结果 | Boolean | 该条设备运行参数设置控制命令的执行结果 |
| 错误信息 | String | 如果执行失败或超时，记录错误信息 |
| 日志信息 | 日志 | 设备运行参数设置流程中产生的日志 |

## 故障

### 故障上报

#### 引言

服务软件在运行过程中，通过调用辐射防护数据集成与监控系统的故障上报接口，将设备的故障信息上报给辐射防护数据集成与监控系统。

#### 输入要求

故障上报功能的输入要求如表 10所示。

表 10 故障上报功能输入表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 内容名称 | 类型 | 备注 |
| 故障编号（按照三性设计的故障编号定义） | Integer |  |
| 故障发生时间（年月日时分秒、date格式、系统获取） | TimeStamp |  |
| 故障器件信息（生产厂家、序列号、启用时间） | String |  |
| 严酷度类别（灾难性、致命、严重、一般、轻微） | Enumerate |  |
| 发生概率等级（经常、有时、偶然、很少、极少） | Enumerate |  |
| 故障现象 | String |  |

#### 处理要求

1. 服务软件在运行的过程中对故障进行监测，收集故障信息；
2. 调用辐射防护数据集成与监控系统的故障上报接口，将设备的故障信息上报给辐射防护数据集成与监控系统。

#### 输出要求

故障上报功能的输出要求如表 11所示。

表 11 故障上报功能输出表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 内容名称 | 类型 | 备注 |
| 故障编号（按照三性设计的故障编号定义） | Integer |  |
| 故障发生时间（年月日时分秒、date格式、系统获取） | TimeStamp |  |
| 故障器件信息（生产厂家、序列号、启用时间） | String |  |
| 严酷度类别（灾难性、致命、严重、一般、轻微） | Enumerate |  |
| 发生概率等级（经常、有时、偶然、很少、极少） | Enumerate |  |
| 故障现象 | String |  |

## 日志

### 日志记录

#### 引言

服务软件在运行的过程中，软件的运行日志、外部接口调用日志等信息记录到本地磁盘文件和数据库中。

为了防止日志文件过大，本地日志采用多个文件的方式进行存储，单个日志文件的大小限制为10MB。日志文件存放到服务软件安装目录的log子目录下，日志文件命名方式为yyyy-MM-dd hh24:mm:ss.log，日志格式为[yyyy-MM-dd hh24:mm:ss][组件ID][日志等级]日志内容。

日志需要存储的内容如表 12所示。

表 12 日志信息结构表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 字段 | 含义 |
| 1 | LogTimestamp | 时间戳, 格式为：[yyyy-MM-dd hh:mm:ss](http://www.baidu.com/link?url=BnG3JnNnb0NCxwk0HWuWtHldkpMmAIjw9QV_qThQtb57pZgD54LeCt-EZ2PRYPcbxIPzlM5NBfDBGpyYDSQ1nsW1gR7I4DHEHQOsQKVq-eK):zzz |
| 2 | LogLevel | 日志等级 |
| 3 | LogSource | 日志源，此系统中为组件ID |
| 4 | LogMsg | 日志信息 |

日志等级说明见表 13所示。

表 13 日志等级表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 等级 | 含义 |
| 1 | Debug | 调试信息，一般用于开发者调试软件 |
| 2 | Info | 给软件用户的操作提示或记录信息 |
| 3 | Warn | 警告信息 |
| 4 | Error | 一般错误信息 |
| 5 | Fatal | 致命错误信息（不可继续运行，程序可能关闭） |

#### 输入要求

日志记录功能的输入要求如表 14所示。

表 14 日志记录功能输入表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 内容名称 | 类型 | 备注 |
| LogLevel | Enumerate | 日志等级 |
| LogSource | String | 日志源，此系统中为设备名称 |
| LogMsg | String | 日志信息 |

#### 处理要求

1. 服务软件在运行的过程中生成软件运行日志，对接口的调用生成接口调用日志；
2. 将日志信息存入本地日志文件和数据库日志表中。

#### 输出要求

日志记录功能的输出要求如表 15所示。

表 15 日志记录功能输出表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 内容名称 | 类型 | 备注 |
| 本地日志文件 | 文件 | 存储日志信息的本地文件 |
| 数据库日志记录 | 数据库记录 | 存储日志信息的数据库记录 |

# 外部接口需求

## 用户界面

服务软件不包含用户界面。

## 硬件接口

服务软件计算机与外部系统的硬件接口为1000MB以太网口。

## 软件接口

服务软件需要提供的接口如下：

|  |  |
| --- | --- |
| 接口名称 | 调用者 |
| 系统运行状态获取接口 | 辐射防护数据集成与监控系统服务软件 |
| 设备运行参数设置接口 | 辐射防护数据集成与监控系统服务软件 |
| 设备运行状态上报接口 | 组件嵌入式软硬件 |



图 4 接口调用示意图

### 系统运行状态获取接口

#### 描述

辐射防护数据集成与监控系统调用服务软件的系统运行状态获取接口，获取系统的最新运行状态。

服务软件收到命令后，获取设备最新运行状态，调用辐射防护数据集成与监控系统的相关接口进行数据的返回。

#### 输入

无。

#### 输出

表 16系统运行状态获取接口输出表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 内容名称 | 类型 | 备注 |
| 系统运行状态 | Boolean | 设备开启或关闭 |
| 工艺流程 | Enumerate | - |
| 废物收集处理数量 | Integer | - |

### 设备运行参数设置接口

#### 描述

辐射防护数据集成与监控系统调用服务软件的设备运行参数设置接口，设置系统的运行参数。

#### 输入

表 17 设备运行参数设置接口输入表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 内容名称 | 类型 | 备注 |
| 系统运行状态 | Boolean | 设备开启或关闭 |

#### 输出

表 18 设备运行参数设置接口输出表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 内容名称 | 类型 | 备注 |
| 参数设置命令执行结果 | Boolean | 该条设备运行参数设置控制命令的执行结果 |
| 错误信息 | String | 如果执行失败或超时，记录错误信息 |

### 设备运行状态上报接口

#### 描述

接收组件嵌入式软硬件上报的状态信息。

#### 输入

表 19 设备运行状态上报接口输入表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 内容名称 | 类型 | 备注 |
| 系统运行状态 | Boolean | 设备开启或关闭 |
| 工艺流程 | Enumerate |  |
| 废物收集处理数量 | Integer |  |

#### 输出

无。

# 性能需求

1. 在正常的软件使用场景下，软件工作时的CPU最高占用率不超过50%；
2. 在正常的软件使用场景下，软件工作时的最大内存占用不超过1G；

# 软件属性需求

## 正确性

软件需按照需求分析报告完成所有功能，且与需求分析报告中规定的功能完全一致。

## 健壮性

1. 软件需要对外部的输入参数做合格性判断，如用户输入非法则拒绝执行；
2. 软件内部各个功能模块和函数需要对输入参数进行校验，如果输入参数错误或者无效，需要在日志中记录，并将错误信息发送到辐射防护数据集成与监控系统进行提示；
3. 软件在长时间运行过程中，不应出现软件崩溃和内存泄漏等严重问题。

## 可靠性

1. 软件应保证7\*24小时不间断运行；
2. 重大故障时间间隔应大于1年，故障平均修复时间小于4小时；
3. 软件应具有自动修复机制，出现严重问题或者异常退出时，应立即自动重启，恢复运行；

## 安全性

1. 软件进行操作时，应检测当前操作的前置条件是否满足，如不满足拒绝执行；
2. 软件对接收到的设备远程控制命令，应校验其来源，对来源不明的控制命令不予执行。

## 可维护性

软件在运行的过程中，关键过程和接口调用都会记录日志，开发人员可以通过日志信息进行问题的分析和定位。

## 可移植性

软件基于Qt框架及Tango中间件开发，支持Windows和Linux操作系统。

# 数据需求

服务软件中的数据结构定义和描述参见第三章每个功能点的输入输出。

# 数据库需求

服务软件在运行的过程中需要使用数据库，存储日志，按照平均每条日志500字节，平均一秒钟产生一条日志计算，存储一年的日志信息需要16GB数据库和本地磁盘空间。

服务软件在运行的过程中需要将组件状态信息记录到数据库，按照每条状态信息1K字节，平均一分钟记录一次状态信息的频率来计算，存储一年设备的状态信息需要520MB的数据库存储空间。

# 特殊操作需求

服务软件无特殊操作要求。