公开★

**辐射防护数据集成与监控系统软件设计**

**技术规格书**

**编制： 日期：**

**校对： 日期：**

**审核： 日期：**

**批准： 日期：**

**中国工程物理研究院核物理与化学研究所**

**年 月**

1. **项目名称**

辐射防护数据集成与监控系统软件设计。

1. **实施内容**

辐射防护数据集成与监控系统是XX装置总控系统的重要子系统，承担着XX装置辐射防护工艺系统运行状态、装置辐射水平监测、工作人员辐射安全和设施环境保护等方面的监测数据集成与监控工作；同时，辐射防护数据集成与监控系统需要与XX装置总控系统之间进行数据交互，接收来自XX装置总控系统的任务并及时响应或动作，响应或动作的结果再反馈到XX装置总控系统；辐射防护数据集成与监控系统的监测数据存储在服务器数据库中，作为XX装置总控系统安全连锁功能的重要参数，可以由XX装置总控系统进行访问和读取，用于实现XX装置工艺流程的安全运行与连锁控制。

1）根据辐射防护数据集成与监控系统及其子系统的工艺流程，采用总界面和分系统界面显示的架构对辐射防护数据集成与监控系统软件进行设计，辐射防护数据集成与监控系统软件需与XX装置总控系统软件进行匹配对接，实现辐射防护数据集成与监控系统软件与XX装置总控系统软件接口的一致性、设计的兼容性和运行的匹配性，实现相互间的任务收发显示反馈和数据交互等功能。辐射防护数据集成与监控系统软件既可以作为XX装置总控系统的分支软件运行又可以作为辐射防护数据集成与监控系统的总控软件独立运行。

在辐射防护数据集成与监控系统软件的总界面由大小不同的分块区域构成，在最大的区域显示XX装置总控系统正在运行的流程，分发到辐射防护数据集成与监控系统的任务以及任务的状态和辐射防护数据集成与监控系统的总体运行状态等；在较小的区域需显示辐射防护数据集成与监控系统各子系统的概略运行状态参数，双击各子系统区域，可放大显示该子系统的详细运行状态、正在执行的工艺流程和监测数据等。辐射防护数据集成与监控系统可以向各子系统分发任务，各子系统接收任务并响应动作之后需要反馈结果到辐射防护数据集成与监控系统。总界面和分系统界面示意图如图1所示。



图1 总界面和分系统界面布局示意图

2）根据《重大装置软件工程化规范手册（RCLFP705W67）》的要求编制软件需求分析报告、软件设计说明、软件测试计划报告和软件数据库设计说明文档。

1. **技术要求与指标**

（1）技术要求

在辐射防护数据集成与监控系统软件的总界面能够实时显示反馈与XX装置总控系统的任务收发状态、辐射防护数据集成与监控系统各个子系统的运行状态概况，在分系统界面能够详细显示各个子系统的运行状态和工艺流程执行情况，辐射防护数据集成与监控系统软件可以向各个子系统分发任务，各个子系统执行之后能够反馈结果。

辐射防护数据集成与监控系统包含在线去污系统、离线去污系统、氚净化系统、放射性特排系统、放射性废物收集系统、氚监测系统、流出物监测系统、固定式区域辐射监测系统、个人剂量监测系统九个子系统，各子系统需要实现的功能和启动前提如下：

1）在线去污系统

在线去污系统由控制机柜进行现场控制，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在线去污系统的运行状态和正在去污的单元编号、表面氚污染活度、氚浓度、气体流量、等离子体功率等参数。

在线去污系统的启动前提为：放射性特排系统和流出物监测系统处于运行状态。

在线去污系统是否需要远程控制：否。

在线去污系统需在辐射防护数据集成与监控系统显示上传的参数和系统运行状态。

2）离线去污系统

离线去污系统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离线去污系统的运行状态、工艺流程、去污数量等参数。

离线去污系统建有两条离线去污处理线（根据待处理件的不同尺寸设计有两排手套箱进行处理），工作人员运送待处理件至离线去污间之后，根据待处理件是否在模型库内，进行自动抓取、或者按标记位置摆放，对于不在模型库内的待处理件，首先进行三维扫描获取几何形貌特征，然后进行气流吹扫，吹去浮尘等，再进行表面污染监测、加热、喷丸等去污工艺操作，最后由抓取装置取出摆放至指定位置；对于模型库内的待处理件，直接进行气流吹扫、表面污染监测以及加热、喷丸去污等工艺流程操作，最后抓取摆放至指定位置。

离线去污系统的启动前提为：放射性特排系统和流出物监测系统处于运行状态。

离线去污系统是否需要远程控制：否。

离线去污系统需在辐射防护数据集成与监控系统显示视频信息和系统运行状态。

3）氚净化系统

氚净化系统包含的硬件布局为气流管路、抽气泵、压缩泵、PLC控制系统、流量监测硬件、泵运行状态监测硬件等，该系统既可以由现场控制机柜进行控制又可以由辐射防护数据集成与监控系统远程显示和控制。

氚净化系统的启动前提为：放射性特排系统和流出物监测系统处于运行状态。

氚净化系统是否需要远程控制：是。

氚净化系统需在辐射防护数据集成与监控系统远程显示系统运行状态、监测的数据和系统流程图，并可以通过辐射防护数据集成与监控系统远程控制氚净化系统的启停和参数设置。

4）放射性特排系统

放射性特排系统由现场机柜总体控制特排系统的风机、阀门、传感器等，包含开关、联锁、控制盒监测等，该机柜可以接收来自辐射防护数据集成与监控系统的指令并按指令进行开关动作并对动作状态和系统运行状态进行监测并反馈到辐射防护数据集成与监控系统界面。

放射性特排系统的启动前提为：无。

放射性特排系统是否需要远程控制：否。

放射性特排系统需通过辐射防护数据集成与监控系统远程控制，并在辐射防护数据集成与监控系统显示系统工作流程和运行状态。

5）放射性废物收集系统

放射性废物收集系统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系统的运行状态、工艺流程、收集处理数量等参数。放射性废物收集系统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。

放射性废物收集系统的启动前提为：放射性特排系统和流出物监测系统处于运行状态。

放射性废物收集系统是否需要远程控制：否。

放射性废物收集系统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。

6）氚监测系统

氚监测系统由包含靶室氚浓度连续监测系统和靶场全氚取样系统，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动作指令并反馈，也可以由机柜向辐射防护数据集成与监控系统传输氚监测系统的运行状态、工艺流程、氚浓度监测结果等参数。

i）靶室氚浓度连续监测系统既可以由工作人员在现场通过机柜进行开关机和控制，也可以由辐射防护数据集成与监控系统远程控制启停和监测。靶室氚浓度连续监测系统可以连续监测、显示和存储靶室内部氚浓度数据，可通过通讯接口将监测结果上传至辐射防护数据集成与监控系统。

靶室氚浓度连续监测系统的启动前提为：无。

靶室氚浓度连续监测系统是否需要远程控制：是。

靶室氚浓度连续监测系统需在辐射防护数据集成与监控系统显示靶室氚浓度数据和系统运行状态。

ii）靶场全氚取样系统可以由工作人员在现场通过机柜进行开关机和控制，也可以由辐射防护数据集成与监控系统远程控制启停和取样监测。靶场全氚取样系统可以实时显示现场空气中氚浓度数据。

靶场全氚取样系统启动前提为：无。

靶场全氚取样系统是否需要远程控制：是。

靶场全氚取样系统需在辐射防护数据集成与监控系统显示本系统的运行状态以及监测结果数据结果。

7）流出物监测系统

流出物监测系统由现场机柜进行控制，现场机柜连接多个分布式探测器系统和取样控制器系统（包含制靶系统在线监测、氚净化系统在线监测和总排烟囱取样监测等），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动作指令并反馈，也可以由机柜向辐射防护数据集成与监控系统传输流出物监测系统的运行状态、工艺流程、监测结果等参数。

流出物监测系统的启动前提为：放射性特排系统处于运行状态。

流出物监测系统是否需要远程控制：否。

流出物监测系统需在辐射防护数据集成与监控系统显示各点位的数据、运行状态和模拟图。

8）固定式区域辐射监测系统

固定式区域辐射监测系统在靶场每一层布放四个监测点位，共布放七层。固定式区域辐射监测系统每一个点位的设备可以同时测量中子和伽马两种射线并实时就地显示辐射剂量率监测数据和通过光纤/网线接口远程传输至辐射防护数据集成与监控系统。

固定式区域辐射监测系统的启动前提为：无。

固定式区域辐射监测系统是否需要远程控制：否。

固定式区域辐射监测系统需在辐射防护数据集成与监控系统显示各点位的位置、运行状态和监测结果数据。

9）个人剂量监测系统

个人剂量监测系统在靶场0层人员出入口布放一套个人剂量计读出设备，可进行放射性操作人员的剂量读取、剂量限值控制报警和人员是否在靶场内的监控。个人剂量监测系统可独立运行，将监测结果保存在本地，待与辐射防护数据集成与监控系统联机后，由辐射防护数据集成与监控系统读取本地数据并更新服务器个人剂量数据。个人剂量监测系统也可以与辐射防护数据集成与监控系统通讯，实时上传个人剂量监测数据，更新放射性操作人员的年度累积个人剂量数据、进行超剂量预警提醒、人员防护提醒以及人员是否在靶场内的安全提醒。

个人剂量监测系统的启动前提为：无。

个人剂量监测系统是否需要远程控制：否。

个人剂量监测系统需在辐射防护数据集成与监控系统显示系统的联机运行状态、人员剂量监测结果、在靶场人员数量名单等数据。

辐射防护数据集成与监控系统软件与各子系统的远程/就地控制需求以及启动前提汇总如下表1所示，子系统之间的关系如图2所示。

表1 辐射防护数据集成与监控系统各子系统控制需求汇总

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 编号 | 子系统名称 | 就地控制 | 远程控制 | 启动前提 |
| 1 | 在线去污系统 | 有 | 无 | 有 |
| 2 | 离线去污系统 | 有 | 无 | 有 |
| 3 | 氚净化系统 | 有 | 有 | 有 |
| 4 | 放射性特排系统 | 无 | 有 | 无 |
| 5 | 放射性废物收集系统 | 有 | 无 | 无 |
| 6 | 氚监测系统 | 有 | 有 | 无 |
| 7 | 流出物监测系统 | 有 | 无 | 有 |
| 8 | 固定式区域辐射监测系统 | 有 | 无 | 无 |
| 9 | 个人剂量监测系统 | 有 | 无 | 无 |



图2 辐射防护数据集成与监控系统及子系统之间的关系

（2）技术指标：

1）根据XX装置总控系统软件的架构，对辐射防护数据集成与监控系统软件的架构和功能进行总体设计，既可以实现辐射防护数据集成与监控系统软件的独立运行又可以与XX装置总控系统软件进行对接。辐射防护数据集成与监控系统软件独立运行时，进行匹配对接，实现辐射防护数据集成与监控系统软件与XX装置总控系统软件接口的一致性、设计的兼容性和运行的匹配性，实现相互间的任务收发显示反馈和数据交互等功能。具体要求如下：

i）辐射防护数据集成与监控系统软件可以独立运行，也可以与XX装置总控系统软件进行交互；

ii）辐射防护数据集成与监控系统软件可以接收并显示XX装置总控系统的工艺和工作状态；

iii）辐射防护数据集成与监控系统软件可以接收并提醒来自XX装置总控系统软件的分派任务，可以反馈执行结果；

iv）辐射防护数据集成与监控系统软件以总界面和分界面的架构进行显示和运行；

v）辐射防护数据集成与监控系统软件可以向各子系统分发任务并接收结果反馈；

vi）对辐射防护数据集成与监控系统软件接收/产生的数据进行存档，对存档的数据库结构进行设计，满足数据安全、可靠、易访问、体积小等要求；

vii）辐射防护数据集成与监控系统软件采用主流软件架构和主流编程语言编制，可运行于window/linux平台。

2）根据《重大装置软件工程化规范手册（RCLFP705W67）》要求编制软件需求分析报告、软件设计说明、软件测试计划报告、软件数据库设计说明等文档。

1. **质量（控制）要求**

1）软件设计方编制的软件需求分析报告需通过专家评审；

2）软件设计说明和数据库设计说明需通过专家评审；

3）验收经过专家评审。

1. **进度要求**

1）合同签订后1个月，完成软件需求分析报告，该报告需通过专家评审；

2）合同签订后2个月，完成软件设计说明、软件测试计划报告和软件数据库设计说明等文档报告，所有文档报告需通过专家评审。

3）合同签订后2个月，正式交付所有通过评审的文档材料。

1. **验收程序**

正式交付所有通过评审的文档材料，由专家评审通过验收。

1. **成果形式**

1）辐射防护数据集成与监控系统软件需求分析报告纸质版和电子版各一份；

2）辐射防护数据集成与监控系统软件设计说明纸质版和电子版各一份；

3）辐射防护数据集成与监控系统软件测试计划报告纸质版和电子版各一份；

4）辐射防护数据集成与监控系统软件数据库设计说明文档纸质版和电子版各一份；

5）辐射防护数据集成与监控系统软件安装调试大纲文档纸质版和电子版各一份；

6）辐射防护数据集成与监控系统软件技术验收规范文档纸质版和电子版各一份；

7）辐射防护数据集成与监控系统软件框架文档纸质版和电子版各一份。

表2 交付成果汇总表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 成果形式 | 数量 |
| 1 | 辐射防护数据集成与监控系统软件需求分析报告 | 纸质版和电子版 | 各一份 |
| 2 | 辐射防护数据集成与监控系统软件设计说明 | 纸质版和电子版 | 各一份 |
| 3 | 辐射防护数据集成与监控系统软件测试计划报告 | 纸质版和电子版 | 各一份 |
| 4 | 辐射防护数据集成与监控系统软件数据库设计说明 | 纸质版和电子版 | 各一份 |
| 5 | 辐射防护数据集成与监控系统软件安装调试大纲 | 纸质版和电子版 | 各一份 |
| 6 | 辐射防护数据集成与监控系统软件技术验收规范 | 纸质版和电子版 | 各一份 |
| 7 | 辐射防护数据集成与监控系统软件框架 | 纸质版和电子版 | 各一份 |