# 智能X射线球管监控主机嵌入式软件

# 设计规格说明书

责任人：卢安

版本：V1.0

修改日期：2018-11-08

北京信立锐成电子有限公司

研发部

# 目 录

[智能X射线球管监控主机嵌入式软件 1](#_Toc532567446)

[设计规格说明书 1](#_Toc532567447)

[目 录 2](#_Toc532567448)

[第1章 智能X射线管系统描述 3](#_Toc532567449)

[1.1 在售产品缺陷 3](#_Toc532567450)

[1.2 智能X射线球管的主要改进 3](#_Toc532567451)

[1.3 软件概述 4](#_Toc532567452)

[1.4 术语定义 5](#_Toc532567453)

[1.5 修改历史 5](#_Toc532567454)

[第2章 监控主机嵌入式软件功能及运行环境 6](#_Toc532567455)

[2.1 监控主机嵌入式软件功能 6](#_Toc532567456)

[2.2 监控主机嵌入式软件运行环境 6](#_Toc532567457)

[第3章 嵌入式软件框架与流程 7](#_Toc532567458)

[3.1 嵌入式软件整体框架 7](#_Toc532567459)

[3.2 程序初始化流程 7](#_Toc532567460)

[3.3 程序主循环体处理流程 8](#_Toc532567461)

[第4章 功能模块定义 10](#_Toc532567462)

[4.1 初始化类函数定义 10](#_Toc532567463)

[4.2 中断处理过程的函数定义 10](#_Toc532567464)

# 第1章 智能X射线管系统描述

## 1.1 在售产品缺陷

X射线球管是X射线机设备发出X射线的源，也是X射线机易损的主要部件（正常的使用寿命是逐渐老化的过程与使用频次、使用条件、使用环境有关），目前市场上在售的X射线球管由管套和球管芯构成。管套为X射线球管芯的外部结构，管芯由阴极、阳极组成，包括灯丝组，旋转阳极靶等构件，加电压后可发射X射线。目前市场上大部分在售的X射线球管缺乏全面的工作状态实时监测设备和监测手段，无数据分析，无状态显示，无储存记录功能，无联网通信功能，无故障预警与诊断功能，导致在使用中X射线球管和X射线机故障和事故频发。

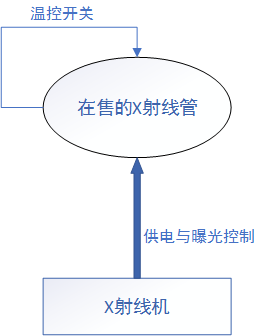


图1 传统X射线球管的控制示意图

## 1.2 智能X射线球管的主要改进

智能X射线球管在于克服现有产品无法全面了解X射线球管工作状态的功能缺陷，提供一种完整的，实时可视化的，全数字的，基于标准通信接口的状态监控系统。

为实现上述目的，智能X射线球管提供如下设备及技术方案：

内建实时动态监测的X射线球管，在X射线球管现有功能和构件基础上，进行如下调整和改进：1）在管套内部增加光学传感器，包括可见光，红外摄像机和光强度敏感的光电转换器；2）在管套内部和管套壁上增加振动、微震传感器；3）在管套内部增加X射线剂量监测装置；4）在管套内部增加压力传感器；5）在管套内外增加多个温度传感器；6）调整管套内的结构，便于安装上述传感器和信号处理电路；7）调整管套内的密封方式；8）调整X射线球管的供电和信号连线；9）振动、微震传感器的供电、信号放大、信号调理、数据采集与处理电路；10)X射线剂量，压力信号，温度信号的采集、数据处理电路；11）与监控主机的通信电路与通信协议。

监控主机，与内建实时动态监测的X射线球管共同工作。监控主机包括:1）与内建实时动态监测的X射线球管的通信电路、通信协议；2）主机显示屏、显示屏驱动，键盘鼠标接口电路；3）主机外设IO接口及控制逻辑；4）主处理器及电路；5)主机数据存储和网络通信电路；6）主机外壳及安装支架。

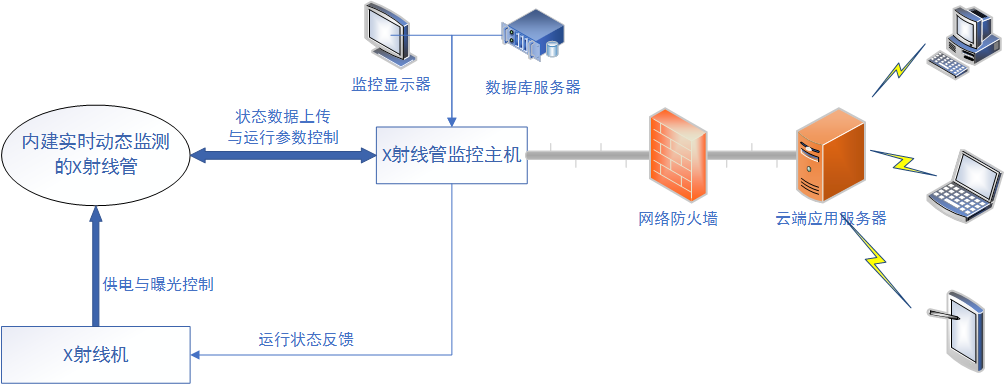


图2 智能X射线球管的控制示意图

## 1.3 软件概述

本系统的软件部分因程序运行平台不同，划分为三个软件：

1，智能X射线球管嵌入式软件；

2，智能X射线球管监控主机嵌入式软件；

3，智能X射线球管监控主机应用软件。

其中1，2两个嵌入式软件运行在ARM处理器芯片中，芯片型号不同，但均为ST公司的STM32ARM处理器系列。软件运行的环境为裸机。

软件3运行在Linux系统下，并需要OpenCV中间件的支持，具体要求为OpenCV2.4.9以上版本。

## 1.4 术语定义

* X射线，是由于原子中的电子在能量相差悬殊的两个能级之间的跃迁而产生的粒子流，是波长介于紫外线和γ射线 之间的电磁波。其波长很短约介于0.01~100埃之间。由德国物理学家W.K.伦琴于1895年发现，故又称伦琴射线。
* X 射线管，是工作在高电压下的真空二极管。包含有两个电极 ：一个是用于发射电子的灯丝，作为阴极，另一个是用于接受电子轰击的靶材，作为阳极。两级均被密封在高真空的玻璃或陶瓷外壳内。
* 监控主机，与X射线管配合工作，监控其多种运行状态，如温度，转速，X射线剂量等，并提供人机接口，供现场操作人员综合判断X射线管的工作状况。

## 1.5 修改历史

1.0，2018-11-8，新建，责任人：卢安。

# 第2章 监控主机嵌入式软件功能及运行环境

## 2.1 监控主机嵌入式软件功能

监控主机的嵌入式软件运行在嵌入式处理器中，接收来自智能球管的数据信号，同时对监控主机进行状态采集，接收的数据和本地采集的数据共同整合为数据包，通过IIC接口发送给监控主机的另一个处理器，在其上运行着监控主机的应用程序。同时监控主机的嵌入式软件还负责一些底层的人机接口，如指示灯、蜂鸣器等。

* IIC接口控制程序
* 与智能球管的通信接口，通信物理层为485总线实现。
* 监控主机自身状态的采集，包括运行电压，环境温度和湿度等。
* 球管状态数据包的生成。
* 蜂鸣器报警控制。
* 指示灯控制。

## 2.2 监控主机嵌入式软件运行环境

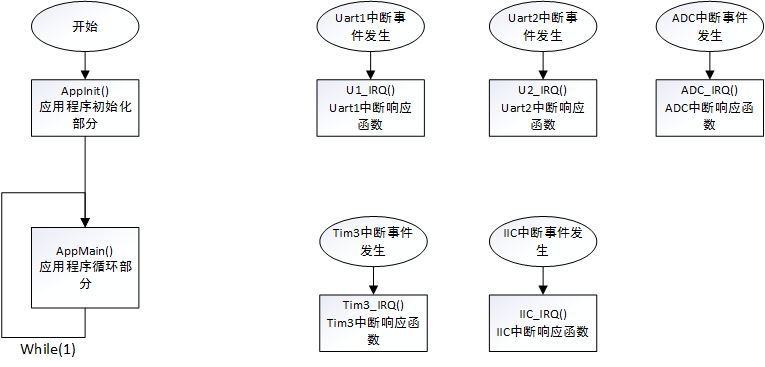
监控主机的嵌入式软件运行在嵌入式平台上，其处理器芯片选型为ST公司的STM32F103。此款处理器为ARM-M3内核，主频速度为72MHz，内存为512KBytes，Flash存储为16MBytes。

在处理器上未运行操作系统，直接编译成二进制可执行文件存放在Flash中。处理器上电后从Flash中执行代码。

# 第3章 嵌入式软件框架与流程

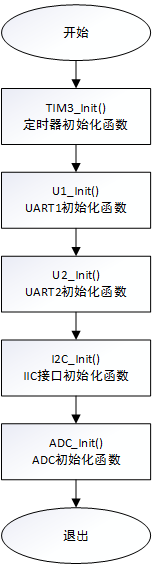
## 3.1 嵌入式软件整体框架

嵌入式软件包括一个主函数和五个中断处理函数，若无中断事件发生时，程序仅执行主函数中的while（1）循环。有中断事件发生后，处理器执行对应的中断处理程序。



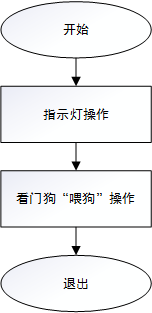
## 3.2 程序初始化流程

程序初始化函数为AppInit()，程序运行后仅运行一次，完成相关外设及定时器、ADC的初始化过程。由于有时间依赖关系，初始化过程不能颠倒。



## 3.3 程序主循环体处理流程

程序的主体除了5个中断处理函数外，还有一个放置在while（1）循环内的循环体函数。循环体函数执行一些非紧急的事物，主要包括指示灯的控制和看门狗喂狗操作。



# 第4章 功能模块定义

## 4.1 初始化类函数定义

4.1.1 int AppInit()

嵌入式程序初始化函数，本函数调用其他具体的接口和内部组件的初始化函数，实现程序的初始化功能。

4.1.2 int U1\_Init()

UART1外设的初始化函数，本函数实现对UART1的配置，主要包括比特数，波特率、校验方式和中断开关等参数。

4.1.3 int U2\_Init()

UART2外设的初始化函数，本函数实现对UART2的配置，主要包括比特数，波特率、校验方式和中断开关等参数。

4.1.4 int I2C\_Init()

IIC外设的初始化函数，主要配置IIC外设的速率，地址，方向，主从模式，中断类型和开关等参数。

4.1.5 int TIM3\_Init()

TIM3（3号定时器）的初始化函数，配置3号定时器的时钟源、分频系数、增减方式、定时触发条件，中断类型和开关等参数。

4.1.6 int ADC\_Init(void)

ADC（模数转换器）的初始化函数，配置模数转换器的采样速率，通道选择，转换精度，输出方式，中断类型和开关等参数。

## 4.2 中断处理过程的函数定义

4.2.1 int U1RecData()

UART1接收数据（接收数据缓存区非空）中断响应函数。当来自只能球管的数据通过485总线发送到UART1端口后，产生本中断。

中断响应函数负责缓存数据到内部存储器中，并进行简单的查重和校验操作。4.2.2 int I2C\_EVIRQ()

IIC接口中断事件处理函数。IIC接口负责向监控主机的应用程序（监控主机的另一个处理器中运行的程序）发送数据。当一包数据发送完成后，产生本中断。中断处理函数负责检测是否有新的数据需要发送，若有，继续发送下一包数据。

4.2.3 int GetADCTemp()

ADC定时中断处理函数。通过配置开启的ADC的定时中断。ADC模块每次采样完成后，产生本中断。本中断负责将ADC采集的数据与内存中已经存储的来自智能球管的数据整合后，产生新的数据包，供IIC和UART2发送。

4.2.4 int U2\_Send()

UART2发送数据中断处理函数。UART2负责向外发送智能球管的状态数据。当发送缓存空时，产生本中断。本中断处理函数负责查询是否有新的数据需要发送，若有，则发送新的数据到UART2模块。

4.2.5 int U2\_SendCon()

UART2发送控制中断处理函数。UART2同时负责向外发送对主机的控制字。当发送缓存空时，产生本中断。本中断处理函数负责查询是否有新的控制字需要发送，若有，则发送新的控制字到UART2模块。

4.2.6 int TIM3\_IRQ()

TIM3定时中断处理函数。TIM3定时产生中断并触发本中断处理函数。本中断处理函数需要根据当前状态确定指示灯和蜂鸣器的状态，实现声光报警功能。