WCP53\_BSW\_FS \_软件详细设计说明书

<>**文档变更履历**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 文档版本 | 修订日期 | 修订内容 | 修订人 | 审核 | 批准 |
| V0.01 | 2024/6/12 | 草稿版 | 徐飞 |  |  |
| V0.02 | 2024/6/21 | 修改第七章节功能函数流程图，修改静态架构图FS\_ECC.c单元 | 徐飞 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

/<>

# General概要

## **Purpose目的**

<>本文档的目的是描述WCP53项目软件组件的单元设计。软件开发工程师依据软件架构设计，对软件各模块进行实现层面上的设计和说明，为后续单元构建和单元验证提供依据。

软件详细设计是WCP53项目软件设计阶段所有任务和相关人员所需的参考资料，预期的读者为软件开发人员、测试人员，以及对软件进行维护和拓展的人员。/<>

## **How to read如何阅读**

本文档主要定义WCP53软件组件的限制与约束、软件组件设计（静态、动态设计）、以及资源消耗目标的实现策略，其他章节的内容，具体见*XXX工具上的XXX详细设计文档*。

## **References参考文件**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| NO.编号 | Name  参考文档 | Version  版本 | Link  路径 | Author  发行者 |
| 1 | 【模板】WFTC-SWE-004\_软件详细设计说明书 |  |  |  |
| 2 | WFTC-CHKL-011\_软件详细设计评审checklist |  |  |  |
| 3 | WCP53\_软件架构设计说明书 |  |  |  |
| 4 | WCP53\_项目管理计划 |  |  |  |
| 5 | WCP53\_项目进度计划 |  |  |  |
| 6 | WCP53\_项目Dash board |  |  |  |
| 7 | WCP53\_质量保证计划 |  |  |  |
| 8 | WCP53\_配置管理计划 |  |  |  |

## **Terms and Abbreviations用语、缩略语等定义**

| NO.  编号 | Terms/Abbreviation  用语、缩略语 | Explanation  含义、定义和正式名称 |
| --- | --- | --- |
| 1 | BSW | Basic Software 基础层软件 |
| 2 | ASW | Application Software应用层软件 |
| 3 | MCU | Micro controller Unit微控制单元 |
| 4 | CAN | Controller Area Network 控制器局域网络 |
| 5 | HW | Hardware 硬件 |
| 6 | SW | Software 软件 |
| 7 | ADC | Analog to Digital Converter 模数转换器 |
| 8 | PWM | Pulse Width Modulation脉冲宽度调制 |
| 9 | GPIO | General Purpose Input/Output通用型输入输出接口 |
| 10 | FS | Function Safety功能安全 |

# Assumptions and Constrains假设和约束

## **The Constraints of Component组件约束**

<>

1. 软件组件的设计和输入输出接口需要满足软件架构设计需求；具体需求如下：

资源消耗目标

| ID | Component | Flash | | RAM | CPU |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| WCP53\_SwAD\_CP\_009 | BSW\_FS | Code | Data | Data |  |
| 1986Byte | 1Byte | 43Byte | xx% |

1. 软件组件设计需要实现和匹配软件架构任务/调度周期

任务调度周期：5ms。

1. 软件单元构建基于手写代码开发，需要满足公司编码规范和标注规范。

MISRA C-2012。

1. 软件组件详细设计指南
2. 分解标准

* 按功能分类将组件拆成单元。
* 单元之间应该建立合理的依赖关系。父组件不依赖于子组件，删除子组件不会导致功能异常。
* 单元应具有高度的独立性，保持组件的纯粹性，在设计时尽量减少与其他组件的耦合。
* 单元不能将内部实现公开给外部，并且组件之间的通信主要基于接口传输。
* 单元设计应考虑其是否具有可重用性。

1. 接口指南

* 接口命名应该符合命名约定。
* 接口的数量应根据具体的功能需求进行调整，而不是尽量多。/<>

# Software Component Design软件组件设计

## **Component Static Design组件静态设计**

### **Component Static Design Diagram组件静态设计图**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ID | Component Name  组件名称 | Outline  概要 | Remark  备注 |
| WCP53\_SwAD\_CP\_009 | BSW\_FS | 包括CLOCK、VOLTAGE、FLASH ECC、RAM ECC等功能安全模块 |  |
| **组件静态架构图如下：**    BSW\_FS组件软件架构图 | | | |

BSW\_FS

### **Folder Description文件夹说明**

| ID | .C File Name  .C文件名称 | Outline  概要 | Remark  备注 |
| --- | --- | --- | --- |
| WCP53\_SwAD\_CP\_009 | FS\_Clock\_Monitor.c | 本功能单元提供时钟监控单元的初始化、开启以及提供该功能安全模块版本信息读取的功能。 | 本单元提供功能安全时钟监控模块的初始化、开启以及版本信息读取功能。 |
| WCP53\_SwAD\_CP\_009 | FS\_Lpit\_ClockMisc.c | 本功能单元为时钟监控模块中测量SPLL Locked是否超时，提供计时器的初始化、获取测量时间以及禁止功能。 | 本单元提供功能安全时钟监控模块中测量SPLL Locked时间的功能，其中涉及LPIT定时器的初始化、获取测量时间以及禁止功能。 |
| WCP53\_SwAD\_CP\_009 | FS\_Voltage\_Monitor.c | 本功能单元提供电压监控单元的初始化、开启以及提供该功能安全模块版本信息读取的功能。 | 本单元提供功能安全电压监控模块的初始化、开启以及版本信息读取功能。 |
| WCP53\_SwAD\_CP\_009 | FS\_Monitor.c | 本功能单元提供功能安全监控模块上电自检以及运行检查的错误注入和监控结果输出功能。 | 本功能单元主要功能：对时钟监控单元、电压监控单元以及RAM ECC、FLASH ECC监控单元的监控错误注入和提供给MID Interface的监控输出功能。 |
| WCP53\_SwAD\_CP\_009 | FS\_Ecc.c | 本单元对SRAM和FLASH进行错误注入来完成ECC自检，确保运行时ECC正常触发。 | 对SRAM和FLASH分别注入double-bit和single-bit错误并使能相应的中断服务函数。 |

FS\_Clock\_Monitor.c

FS\_Lpit\_ClockMisc.c

FS\_Voltage\_Monitor.c

FS\_Monitor.c

FS\_Ecc.c

### **Function Unit Description功能单元说明**

| ID | Function Unit  功能单元 | .C File Name  .C文件名称 | Outline  概要 | Remark  备注 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| WCP53\_SwDD\_CP009\_UN\_001 | FS\_Clock\_Monitor\_Init() | FS\_Clock\_Monitor.c | 时钟监控单元初始化：设置时钟监控模块所需的参数、对SPLL的LOCK时间进行测量来判定有无超时，是否需要监控错误注入。 |  |
| WCP53\_SwDD\_CP009\_UN\_002 | FS\_Clock\_Monitor\_Open() | FS\_Clock\_Monitor.c | 使能时钟监控模块。 |  |
| WCP53\_SwDD\_CP009\_UN\_003 | FS\_Clock\_Monitor\_lclParamCheck () | FS\_Clock\_Monitor.c | 提供对时钟监控模块输入参数的检查功能。 |  |
| WCP53\_SwDD\_CP009\_UN\_004 | FS\_Verify\_SPLL\_Locked() | FS\_Clock\_Monitor.c | 验证SPLL是否在规定时间内锁住。 |  |
| WCP53\_SwDD\_CP009\_UN\_005 | SCG\_IRQHandler() | FS\_Clock\_Monitor.c | 时钟中断函数：当时钟失锁或者丢失后，进入此中断服务函数调用监控错误注入函数。 |  |
| WCP53\_SwDD\_CP009\_UN\_006 | FS\_LPIT0\_MonitorSPLLLockedInit | FS\_Lpit\_ClockMisc.c | 测量SPLL Locked时间的定时器的初始化功能。 |  |
| WCP53\_SwDD\_CP009\_UN\_007 | FS\_LPIT0\_GetRealLockTime | FS\_Lpit\_ClockMisc.c | 测量SPLL Locked时间的定时器的获取实际测量时间功能。 |  |
| WCP53\_SwDD\_CP009\_UN\_008 | FS\_LPIT0\_MonitorSPLLLockedDisable | FS\_Lpit\_ClockMisc.c | 测量SPLL Locked时间的定时器的禁止功能。 |  |
| WCP53\_SwDD\_CP009\_UN\_009 | FS\_Voltage\_Monitor\_Init() | FS\_Voltage\_Monitor.c | 电压监控单元初始化：设置电压监控模块所需参数、判定当前模式是否为低功耗模式(低功耗模式不开启电压监控)。 |  |
| WCP53\_SwDD\_CP009\_UN\_010 | FS\_Voltage\_Monitor\_Open() | FS\_Voltage\_Monitor.c | 使能电压监控模块。 |  |
| WCP53\_SwDD\_CP009\_UN\_011 | FS\_Voltage\_Monitor\_lclParamCheck() | FS\_Voltage\_Monitor.c | 提供对电压监控模块输入参数的检查功能。 |  |
| WCP53\_SwDD\_CP009\_UN\_012 | LVD\_LVW\_IRQHandler() | FS\_Voltage\_Monitor.c | 低压探测或低压警告中断函数：当电压达到警告点或者低于临界点的时候，进入此中断服务函数调用监控错误注入函数。 |  |
| WCP53\_SwDD\_CP009\_UN\_013 | FS\_BistCheckInput() | FS\_Monitor.c | 功能安全上电自检的监控错误输入。 |  |
| WCP53\_SwDD\_CP009\_UN\_014 | FS\_RunCheckInput() | FS\_Monitor.c | 功能安全运行时检查的监控错误输入。 |  |
| WCP53\_SwDD\_CP009\_UN\_015 | FS\_BistCheckOutput() | FS\_Monitor.c | 功能安全上电自检的监控结果输出。 |  |
| WCP53\_SwDD\_CP009\_UN\_016 | FS\_RunCheckOutput() | FS\_Monitor.c | 功能安全运行时检查的监控结果输出。 |  |
| WCP53\_SwDD\_CP009\_UN\_017 | FS\_ECC\_Init() | FS\_Ecc.c | 本单元对SRAM和FLASH进行错误注入来完成ECC自检，确保运行时ECC正常触发。 |  |
| WCP53\_SwDD\_CP009\_UN\_018 | FS\_ERM\_Init() | FS\_Ecc.c | 使能Error Reporting模块。 |  |
| WCP53\_SwDD\_CP009\_UN\_019 | FS\_EIM\_Init() | FS\_Ecc.c | 在SRAM上进行错误注入 |  |
| WCP53\_SwDD\_CP009\_UN\_020 | FS\_Enable\_Interrupt | FS\_Ecc.c | 使能中断。 |  |
| WCP53\_SwDD\_CP009\_UN\_021 | FS\_SRAML\_NCE\_Inject | FS\_Ecc.c | 在SRAML上进行double-bit的错误注入 |  |
| WCP53\_SwDD\_CP009\_UN\_022 | FS\_SRAML\_SBE\_Inject | FS\_Ecc.c | 在SRAML上进行single-bit的错误注入 |  |
| WCP53\_SwDD\_CP009\_UN\_023 | FS\_Flash\_Ecc\_Init | FS\_Ecc.c | 在FLASH上进行错误注入 |  |
| WCP53\_SwDD\_CP009\_UN\_024 | ERM\_single\_fault\_IRQHandler | FS\_Ecc.c | Single-bit错误中断处理函数 |  |
| WCP53\_SwDD\_CP009\_UN\_025 | ERM\_double\_fault\_IRQHandler | FS\_Ecc.c | double-bit错误中断处理函数 |  |
| WCP53\_SwDD\_CP009\_UN\_026 | FTFC\_Fault\_IRQHandler | FS\_Ecc.c | Flash Ecc错误中断处理函数 |  |

FS\_Clock\_Monitor\_Init()

FS\_Clock\_Monitor\_Open()

FS\_Clock\_Monitor\_lclParamCheck()

FS\_Verify\_SPLL\_Locked()

SCG\_IRQHandler()

FS\_LPIT0\_MonitorSPLLLockedInit()

FS\_LPIT0\_GetRealLockTime()

FS\_LPIT0\_MonitorSPLLLockedDisable()

FS\_Voltage\_Monitor\_Init()

FS\_Voltage\_Monitor\_Open()

FS\_Voltage\_Monitor\_lclParamCheck()

LVD\_LVW\_IRQHandler()

FS\_BistCheckInput()

FS\_RunCheckInput()

FS\_BistCheckOutput()

FS\_RunCheckOutput()

FS\_ECC\_Init()

FS\_ERM\_Init()

FS\_EIM\_Init()

FS\_Enable\_Interrupt()

FS\_SRAML\_NCE\_Inject()

FS\_SRAML\_SBE\_Inject()

FS\_Flash\_Ecc\_Init()

ERM\_single\_fault\_IRQHandler()

ERM\_double\_fault\_IRQHandler()

FTFC\_Fault\_IRQHandler()

## **Component Dynamic Design组件动态设计**

以下对功能树二级需求功能进行详细说明，包括参数、返回值、调用关系、流程等。

### **软件初始化**

|  |  |
| --- | --- |
| WCP53\_SwDD\_CP009\_DM\_001 | 软件初始化 |
| Operation outline  操作概要 | 上电后需要对Clock Monitor、Voltage Monitor以及RAM ECC、Flash ECC相关功能安全模块进行初始化。 |
| *软件单元级*  *函数调用图/功能流程图/状态机/数据流*   1. 软件初始化功能只在上电执行一次; 2. 上电后，BSW\_sys组件通过FS\_Clock\_Monitor\_Init接口使Clock\_Monitor单元初始化； 3. 上电后，BSW\_sys组件通过FS\_Voltage\_Monitor\_Init接口使Voltage\_Monitor单元初始化； 4. 上电后，BSW\_sys组件通过FS\_Clock\_Monitor\_Open接口使Clock\_Monitor单元使能； 5. 上电后，BSW\_sys组件通过FS\_Voltage\_Monitor\_Open接口使Voltage\_Monitor单元使能； 6. 上电后，BSW\_sys组件通过FS\_ECC\_Init接口使ECC单元使能。 | |

### **故障检测**

|  |  |
| --- | --- |
| WCP53\_SwDD\_ CP009\_DM\_002 | 故障检测 |
| Operation outline  操作概要 | 故障检测分为两类：上电自检和运行中检查。上电自检主要包括SPLL的Lock超时检测以及RAM ECC、Flash ECC故障注入自检，运行中检查主要包括时钟失锁、时钟丢失、低压探测或低压警告以及RAM和Flash ECC错误。 |
| **图1上电自检故障检测**    **图2运行时故障检测**  *软件单元级*  *函数调用图/功能流程图/状态机/数据流*   1. MCU模块初始化后，会先验证SPLL的LOCK时间。如果LOCK时间大于最大LOCK时间则通过FS\_BistCheckInput接口注入LOCK TIMEOUT错误。 2. 在BSW\_Sys组件中调用FS\_BistCheckOutput接口获取此时SPLL Lock时间是否超时。发生超时，则交由应用层处理。 3. 运行过程中，如果时钟发生丢失或者失锁的情况，则在SCG\_IRQHandler函数中调用FS\_RunCheckInput接口注入CLOCK\_ERR错误。 4. 运行过程中，如果电压低于警告值或者最低值，则在LVD\_LVW\_IRQHandler函数中调用FS\_RunCheckInput接口注入VOLTAGE\_ERR错误。 5. MCU模块初始化后，会进行ECC初始化，初始化Error Reporting、Error Inject模块，使能对应的中断。随后对SRAM注入double-bit和single-bit错误，对flash注入double-bit错误，进行ECC自检。 6. 自检过程中触发中断处理函数，在对应的ISR中调用FS\_BistCheckInput注入对应的错误，如RAM ECC错误，或者是Flash ECC错误。 7. 运行过程中如果发生了ECC错误，则会触发相应的中断服务函数，调用FS\_RunCheckInput注入对应的错误。 8. 在MID\_Interface组件中周期性调用FS\_RunCheckOutput接口获取此时时钟、电压、Ram ECC以及Flash ECC的监控状态，如果发生错误，则交由应用层处理。 | |

# Resource Consumption Goals Strategy资源消耗目标的实现策略

## **Flash Resource consumption target requirements Flash资源消耗目标要求**

<>

1. 本组件设计时只做了功能安全的底层驱动处理，其余组件只需调用功能安全驱动提供的接口即可。
2. 限值标定量的使用，本组件无标定量。
3. 将组件划分为便于裁剪的原子单元，本组件包含26个软件单元，是复杂组件。/<>

## **RAM Resource consumption target requirements RAM资源消耗目标要求**

1. 限制全局变量的使用，本组件设计中使用了8个静态全局变量，5个全局变量，满足RAM资源消耗目标中全局变量使用的要求。

## **EEPROM Resource consumption target requirements EEPROM资源消耗目标要求**

1. 减少不必要的NVM数据存储。

本组件设计中未使用NVM数据存储。

## **MCU Load consumption target requirements MCU资源消耗目标要求**

<>

1. 算法优化。

本组件不涉及相关算法。

1. 芯片支持浮点运算，所以对浮点运算不做限制，本组件设计中未使用浮点操作。
2. 减少周期性调用函数的调用频率。

本组件设计中采用中断事件触发，不调用周期性函数。/<>

# Component Interface组件接口

## **External Interface外部接口（组件与外部组件）**

| Interface ID  接口ID | Interface Name  接口名称 | Sender  发送方 | Receiver  接收方 | Type  类型 | Length  长度 | Range  范围 | Default Value  默认值 | Resolution  分辨率 | Unit  单位 | Description  描述 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| WCP53\_SwAD\_CIF\_XX | FS\_Clock\_Monitor\_Init | BSW\_Sys | BSW\_FS | Null | Null | Null | Null | Null | Null | 时钟监控模块初始化 |
| WCP53\_SwAD\_CIF\_XX | FS\_Clock\_Monitor\_Open | BSW\_ Sys | BSW\_FS | Null | Null | Null | Null | Null | Null | 时钟监控模块使能 |
| WCP53\_SwAD\_CIF\_XX | FS\_BistCheckOutput | BSW\_ Sys | BSW\_FS | boolean | 1byte | [0~255] | 0 | 1 | Null | 功能安全模块上电自检结果输出 |
| WCP53\_SwAD\_CIF\_XX | FS\_Voltage\_Monitor\_Init | BSW\_ Sys | BSW\_FS | Null | Null | Null | Null | Null | Null | 电压监控模块初始化 |
| WCP53\_SwAD\_CIF\_XX | FS\_Voltage\_Monitor\_Open | BSW\_ Sys | BSW\_FS | Null | Null | Null | Null | Null | Null | 电压监控模块使能 |
| WCP53\_SwAD\_CIF\_XX | FS\_RunCheckOutput | MID\_Interface | BSW\_FS | boolean | 1byte | [0~255] | 0 | 1 | Null | 功能安全模块运行时检查结果输出 |
| WCP53\_SwAD\_CIF\_XX | FS\_ECC\_Init | BSW\_ Sys | BSW\_FS | Null | Null | Null | Null | Null | Null | ECC初始化 |

FS\_Clock\_Monitor\_Init

FS\_Clock\_Monitor\_Open

FS\_BistCheckOutput

FS\_Voltage\_Monitor\_Init

FS\_Voltage\_Monitor\_Open

FS\_RunCheckOutput

FS\_ECC\_Init

## **Internal Interface内部接口（单元和单元之间）**

| Interface ID  接口ID | Interface Name  接口名称 | Sender  发送方 | Receiver  接收方 | Type  类型 | Length  长度 | Range  范围 | Default Value  默认值 | Resolution  分辨率 | Unit  单位 | Description  描述 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| WCP53\_SwDD\_CP009\_UIF\_001 | Su8\_FS\_ClockMInitialized | FS\_Clock\_Monitor\_Init | FS\_Clock\_Monitor\_Open | Uint8 | 1byte | [0~255] | 0 | 1 | Null | 时钟监控单元的初始化标志位 |
| WCP53\_SwDD\_CP009\_UIF\_002 | Su8\_FS\_SPLL\_LockVerify | FS\_Clock\_Monitor\_Init | FS\_Clock\_Monitor\_Open | Uint8 | 1byte | [0~255] | 0 | 1 | Null | 时钟监控模块的SPLL是否在最大规定时间内锁住的标志位 |
| WCP53\_SwDD\_ CP009\_UIF\_003 | St\_FS\_ClockM\_pConfig | FS\_Clock\_Monitor\_Init | FS\_Clock\_Monitor\_Open | Struct | 20byte | [0~5\*4294967295] | {Null,0,Null,Null,Null} | 1 | Null | 时钟监控模块初始化参数(其中包括时钟错误产生中断还是复位、监控何种时钟以及测量锁相环需要的定时器函数指针) |
| WCP53\_SwDD\_ CP009\_UIF\_004 | FS\_Clock\_Monitor\_lclParamCheck | FS\_Clock\_Monitor\_Init | FS\_Clock\_Monitor\_lclParamCheck | Null | Null | Null | Null | Null | Null | FS\_Clock\_MonitorInit或者FS\_Clock\_Monitor\_Open中调用此接口进行参数检查 |
| WCP53\_SwDD\_ CP009\_UIF\_005 | FS\_Verify\_SPLL\_Locked | FS\_Clock\_Monitor\_Init | FS\_Verify\_SPLL\_Locked | Null | Null | Null | Null | Null | Null | FS\_Clock\_MonitorInit中调用此接口测量锁相环锁住的时间以此来判断是否超时 |
| WCP53\_SwDD\_ CP009\_UIF\_006 | Su32\_FS\_BistCheck | FS\_BistCheckInput | FS\_BistCheckOutput | Uint32 | 4byte | [0~4294967295] | 0 | 1 | Null | 上电自检中当监控模块发生错误后，由FS\_BistCheckInput中处理Su32\_FS\_BistCheck，然后传递给FS\_BistCheckOutput函数 |
| WCP53\_SwDD\_ CP009\_UIF\_007 | Su32\_FS\_RunCheck | FS\_RunCheckInput | FS\_RunCheckOutput | Uint32 | 4byte | [0~4294967295] | 0 | 1 | Null | 运行过程中当监控模块发生错误后，由FS\_RunCheckInput中处理Su32\_FS\_RunCheck，然后传递给FS\_RunCheckOutput函数 |
| WCP53\_SwDD\_ CP009\_UIF\_008 | FS\_BistCheckInput | FS\_Verify\_SPLL\_Locked、ERM\_double\_fault\_IRQHandler、  FTFC\_Fault\_IRQHandler、ERM\_single\_fault\_IRQHandler | FS\_BistCheckInput | Null | Null | Null | Null | Null | Null | 1：时钟监控模块中测量锁相环锁住的时间超时调用此接口注入超时错误  2：在自检阶段产生ECC错误并触发ISR之后调用此接口注入ECC错误 |
| WCP53\_SwDD\_ CP009\_UIF\_009 | FS\_RunCheckInput | SCG\_IRQHandler、LVD\_LVW\_IRQHandler、ERM\_double\_fault\_IRQHandler、  FTFC\_Fault\_IRQHandler、ERM\_single\_fault\_IRQHandler | FS\_RunCheckInput | Null | Null | Null | Null | Null | Null | 在时钟产生错误或者低压检测到后，进入中断服务函数调用此接口注入时钟错误或者电压错误；在运行时产生ECC错误之后在ISR中调用此接口注入对应的ECC错误 |
| WCP53\_SwDD\_ CP009\_UIF\_010 | Su8\_FS\_VoltageMInitialized | FS\_Voltage\_MonitorInit | FS\_Voltage\_MonitorOpen | Uint8 | 1byte | 0/1 | 0 | 1 | Null | 电压监控单元的初始化标志位 |
| WCP53\_SwDD\_ CP009\_UIF\_011 | St\_FS\_VoltageM\_pConfig | FS\_Voltage\_MonitorInit | FS\_Voltage\_MonitorOpen | Struct | 2byte | [0~510] | {0,0} | 1 | Null | 电压监控模块参数(其中包括是否需要使能低压探测或者低压警告中断) |
| WCP53\_SwDD\_ CP009\_UIF\_012 | FS\_Voltage\_Monitor\_lclParamCheck | FS\_Voltage\_Monitor\_Init、FS\_Voltage\_Monitor\_Open | FS\_Voltage\_Monitor\_lclParamCheck | Null | Null | Null | Null | Null | Null | FS\_Voltage\_Monitor\_Init或者FS\_Voltage\_Monitor\_Open中调用此接口进行参数检查 |
| WCP53\_SwDD\_ CP009\_UIF\_013 | Su8\_FS\_ClkSrc | FS\_LPIT0\_MonitorSPLLLockedInit | FS\_LPIT0\_MonitorSPLLLockedDIsable | Uint8 | 1byte | [0~255] | 0 | 1 | Null | 测量锁相环锁住时间中使能LPIT0时需要保存当前LPIT0的时钟源以便在调用LPIT0定时器禁止功能时回写进去 |
| WCP53\_SwDD\_ CP009\_UIF\_014 | FS\_LPIT0\_MonitorSPLLLockedInit | FS\_Clock\_Monitor\_Init | FS\_LPIT0\_MonitorSPLLLockedInit | Null | Null | Null | Null | Null | Null | 测量锁相环锁住时间所需的定时器的初始化接口 |
| WCP53\_SwDD\_ CP009\_UIF\_015 | FS\_LPIT0\_GetRealLockTime | FS\_Verify\_SPLL\_Locked | FS\_LPIT0\_GetRealLockTime | Null | Null | Null | Null | Null | Null | 测量锁相环锁住时间所需的定时器的获取当前测量时间接口 |
| WCP53\_SwDD\_ CP009\_UIF\_016 | FS\_LPIT0\_MonitorSPLLLockedDisable | FS\_LPIT0\_MonitorSPLLLockedInit | FS\_LPIT0\_MonitorSPLLLockedDisable | Null | Null | Null | Null | Null | Null | 测量锁相环锁住时间所需的定时器的禁止使能接口 |
| WCP53\_SwDD\_ CP009\_UIF\_017 | FS\_ERM\_Init | FS\_ECC\_Init | FS\_ERM\_Init | Null | Null | Null | Null | Null | Null | 初始化Error Reporting模块 |
| WCP53\_SwDD\_ CP009\_UIF\_018 | FS\_Enable\_Interrupt | FS\_ECC\_Init | FS\_Enable\_Interrupt | Null | Null | Null | Null | Null | Null | 使能中断 |
| WCP53\_SwDD\_ CP009\_UIF\_019 | FS\_EIM\_Init | FS\_ECC\_Init | FS\_EIM\_Init | Null | Null | Null | Null | Null | Null | 使能SRAM错误注入模块 |
| WCP53\_SwDD\_ CP009\_UIF\_020 | FS\_SRAML\_NCE\_Inject | FS\_EIM\_Init | FS\_SRAML\_NCE\_Inject | Null | Null | Null | Null | Null | Null | 对SRAM进行double-bit错误注入 |
| WCP53\_SwDD\_ CP009\_UIF\_021 | FS\_SRAML\_SBE\_Inject | FS\_EIM\_Init | FS\_SRAML\_SBE\_Inject | Null | Null | Null | Null | Null | Null | 对SRAM进行single-bit错误注入 |
| WCP53\_SwDD\_ CP009\_UIF\_022 | FS\_Flash\_ECC\_Init | FS\_ECC\_Init | FS\_Flash\_ECC\_Init | Null | Null | Null | Null | Null | Null | 对FLASH进行double-bit错误注入 |

Su8\_FS\_ClockMInitialized

Su8\_FS\_SPLL\_LockVerify

St\_FS\_ClockM\_pConfig

FS\_Clock\_Monitor\_lclParamCheck

FS\_Verify\_SPLL\_Locked

Su32\_FS\_BistCheck

Su32\_FS\_RunCheck

FS\_BistCheckInput

FS\_RunCheckInput

Su8\_FS\_VoltageMInitialized

St\_FS\_VoltageM\_pConfig

FS\_Voltage\_Monitor\_lclParamCheck

Su8\_FS\_ClkSrc

FS\_LPIT0\_MonitorSPLLLockedInit

FS\_LPIT0\_GetRealLockTime

FS\_LPIT0\_MonitorSPLLLockedDisable

FS\_ERM\_Init

FS\_Enable\_Interrupt

FS\_EIM\_Init

FS\_SRAML\_NCE\_Inject

FS\_SRAML\_SBE\_Inject

FS\_Flash\_ECC\_Init

# Common Definition一般定义

## **Symbols Definition标识符预处理**

This section identifies all public define of the component.

本节标识了该组件的所有宏定义。

|  |  |
| --- | --- |
| Name  名称 | CLOCK\_MONITOR\_INIT\_SID |
| Range  范围 | 0x00 |
| Description  描述 | 时钟监控模块初始化服务函数ID |

|  |  |
| --- | --- |
| Name  名称 | CLOCK\_MONITOR\_OPEN\_SID |
| Range  范围 | 0x01 |
| Description  描述 | 时钟监控模块使能服务函数ID |

|  |  |
| --- | --- |
| Name  名称 | CLOCK\_MONITOR\_E\_RCMSSIEDELAY |
| Range  范围 | 0x0C |
| Description  描述 | 时钟监控模块RCM模块中断延时复位错误代码 |

|  |  |
| --- | --- |
| Name  名称 | CLOCK\_MONITOR\_E\_ERRTYPEOUTOFRANGE |
| Range  范围 | 0x0D |
| Description  描述 | 时钟监控模块参数值超出范围错误代码 |

|  |  |
| --- | --- |
| Name  名称 | CLOCK\_MONITOR\_E\_SPLLUNLOCKED |
| Range  范围 | 0x0E |
| Description  描述 | 时钟监控模块锁相环失锁错误代码 |

|  |  |
| --- | --- |
| Name  名称 | CLOCK\_MONITOR\_E\_UNINIT |
| Range  范围 | 0x0F |
| Description  描述 | 时钟监控模块未初始化错误代码 |

|  |  |
| --- | --- |
| Name  名称 | XTAL\_FREQ |
| Range  范围 | 20000000 |
| Description  描述 | 当前外部晶振时钟频率 |

|  |  |
| --- | --- |
| Name  名称 | RCM\_SSIEDELAYNUM |
| Range  范围 | 3 |
| Description  描述 | 时钟监控模块RCM模块中断延时复位时间设置值 |

|  |  |
| --- | --- |
| Name  名称 | Bist\_Failed |
| Range  范围 | 1 |
| Description  描述 | 功能安全上电自检错误 |

|  |  |
| --- | --- |
| Name  名称 | Run\_Failed |
| Range  范围 | 1 |
| Description  描述 | 功能安全运行时检查错误 |

|  |  |
| --- | --- |
| Name  名称 | PMC\_LVDSC1ADDR |
| Range  范围 | 0x4007D000 |
| Description  描述 | PMC寄存器中LVDSC1的地址 |

|  |  |
| --- | --- |
| Name  名称 | PMC\_LVDSC2ADDR |
| Range  范围 | 0x4007D001 |
| Description  描述 | PMC寄存器中LVDSC2的地址 |

|  |  |
| --- | --- |
| Name  名称 | VOLTAGE\_MONITOR\_INIT\_SID |
| Range  范围 | 0x00 |
| Description  描述 | 电压监控模块初始化服务函数ID |

|  |  |
| --- | --- |
| Name  名称 | VOLTAGE \_MONITOR\_OPEN\_SID |
| Range  范围 | 0x01 |
| Description  描述 | 电压监控模块使能服务函数ID |

|  |  |
| --- | --- |
| Name  名称 | CLOCK\_MONITOR\_E\_ERRPARAM |
| Range  范围 | 0x0E |
| Description  描述 | 电压监控模块参数错误代码 |

|  |  |
| --- | --- |
| Name  名称 | VOLTAGE\_MONITOR\_E\_UNINIT |
| Range  范围 | 0x0F |
| Description  描述 | 电压监控模块未初始化错误代码 |

|  |  |
| --- | --- |
| Name  名称 | SIMFLASHECC |
| Range  范围 | 0x01 |
| Description  描述 | 是否使用标志位来模拟FLASH Error注入 |

|  |  |
| --- | --- |
| Name  名称 | DFLASH |
| Range  范围 | 0x01 |
| Description  描述 | 是否读取DFLASH中的数据来触发ECC |

|  |  |
| --- | --- |
| Name  名称 | SELF\_CHECK\_BIT |
| Range  范围 | 0x05 |
| Description  描述 | 判断是否是自检时候的标志位 |

|  |  |
| --- | --- |
| Name  名称 | SELF\_CHECK\_MASK |
| Range  范围 | 0x20 |
| Description  描述 | 判断是否是自检时候的flag |

|  |  |
| --- | --- |
| Name  名称 | DELAY\_TIME |
| Range  范围 | 0x1 |
| Description  描述 | 延时时间(单位为毫秒) |

|  |  |
| --- | --- |
| Name  名称 | MCM\_ENABLE |
| Range  范围 | 0x1 |
| Description  描述 | 是否使能MCM模块 |

## **Type Definition类型重定义**

This section identifies all public types of the component.

本节标识了该组件的所有结构体、枚举定义，没有则该章节内容填无。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Name  名称 | EN\_Clock\_MonitorErrGentype | |
| Type  类型 | enum | |
| Member/Range  成员/范围 | Interrupt,Reset | [0/255] |
| Description  描述 | 时钟监控模块发生错误后采用中断或者复位处理方法 | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Name  名称 | ST\_Clock\_Losstype | |
| Type  类型 | Struct | |
| Member/Range  成员/范围 | lol,loc,reset\_delay | [0/1]、[0/1]、[0/3] |
| Description  描述 | 种种监控模块中RCM寄存器的配置参数(是否使能lol、loc中断以及复位延时时间 | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Name  名称 | SPLL\_LockedMonTimerInit | |
| Type  类型 | 函数指针 | |
| Member/Range  成员/范围 | Null | [0/4294967295] |
| Description  描述 | 时钟监控模块中测量锁相环锁住时间的定时器的初始化接口的函数指针 | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Name  名称 | SPLL\_LockedMonTimeFunc | |
| Type  类型 | 函数指针 | |
| Member/Range  成员/范围 | Null | [0/4294967295] |
| Description  描述 | 时钟监控模块中测量锁相环锁住时间的定时器的获取当前时间接口的函数指针 | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Name  名称 | SPLL\_LockedMonTimerDisable | |
| Type  类型 | 函数指针 | |
| Member/Range  成员/范围 | Null | [0/4294967295] |
| Description  描述 | 时钟监控模块中测量锁相环锁住时间的定时器的禁止使能的函数指针 | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Name  名称 | ST\_Clock\_MonitorCfgType | |
| Type  类型 | Struct | |
| Member/Range  成员/范围 | Loss\_Type、Err\_GenType、Timer\_Init、Timer\_Meassure、Timer\_Disable | [0/4294967295]、0/1、[0/4294967295]、[0/4294967295]、[0/4294967295] |
| Description  描述 | 时钟监控模块配置参数类型 | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Name  名称 | EN\_bist\_errType | |
| Type  类型 | enum | |
| Member/Range  成员/范围 | lock\_timeout、ram\_ecc\_bisterr、flash\_ecc\_bisterr | [0/255] |
| Description  描述 | 功能安全上电自检结果错误类型 | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Name  名称 | EN\_run\_errType | |
| Type  类型 | enum | |
| Member/Range  成员/范围 | clock\_err、voltage\_err、ram\_ecc\_runerr、flash\_ecc\_runerr | [0/255] |
| Description  描述 | 功能安全运行时检查结果错误类型 | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Name  名称 | EN\_LV\_EnaType | |
| Type  类型 | enum | |
| Member/Range  成员/范围 | LV\_Disable、LV\_Enable | [0/255] |
| Description  描述 | 电压监控模块低压警告或者低压探测中断使能或禁能 | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Name  名称 | ST\_Voltage\_MonitorCfgType | |
| Type  类型 | Struct | |
| Member/Range  成员/范围 | LVDSC1、LVDSC2 | [0/4294967295], [0/4294967295] |
| Description  描述 | 电压监控模块低压警告或者低压探测控制器值 | |

## **Global Variable全局变量**

This section identifies all Global Variable used in the component.

本节标识了该组件中使用的所有全局变量。

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Interface Name  接口名称 | Signal Name  信号名称 | Variable Type  变量类型 | Data Type  数据类型 | Description  值描述 | Unit  单位 | Initial Value  初始值 |
| Gu8\_FS\_bSRAML\_NCE | 是否发生SRAM double-bit错误标志 | Global | Uint8\_t | 1表示发生了；0表示没有发生 | 无 | 0 |
| Gu8\_FS\_bSRAML\_SBC | 是否发生SRAM single-bit错误标志 | Global | Uint8\_t | 1表示发生了；0表示没有发生 | 无 | 0 |
| Gu32\_FS\_read | 存储RAM和FLASH读取的数据，用来触发ECC | Global | Uint32\_t | 无 | 无 | 0 |
| Gu8\_FS\_bSelfCheck | 判断是否处于自检阶段 | Global | Uint8\_t | 0x20表示处于自检阶段；0表示不处于 | 无 | 0x20 |
| Gu8\_FS\_bFlashEccSelfCheckSuccess | 判断flash ecc自检是否成功 | Global | Uint8\_t | 1表示成功，0表示失败 | 无 | 0x00 |

## **Static Variable静态变量**

This section identifies all Static Variable used in the component.

本节标识了组件中使用的所有静态变量。

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Interface Name  接口名称 | Signal Name  信号名称 | Variable Type  变量类型 | Data Type  数据类型 | Description  值描述 | Unit  单位 | Initial Value  初始值 |
| Su8\_FS\_ClockMInitialized | 时钟监控模块初始化标志 | Static | Uint8 | 值为1则表示时钟监控模块成功初始化，反之，则表明未能成功初始化 | 无 | 0 |
| Su8\_FS\_SPLL\_LockVerify | 时钟监控模块锁相环锁住标志 | Static | Uint8 | 值为1则表示锁相环在超时时间内成功锁住，反之，则表明未能成功锁住 | 无 | 0 |
| st\_FS\_ClockM\_pConfig | 时钟监控模块配置参数 | Static | ST\_Clock\_MonitorCfgType | 包含要监控的时钟错误类型为时钟失锁和时钟丢失，复位延时时间配置为10 LPO周期、错误产生后处理方式为中断，使用LPIT0进行初始化、禁止以及获取当前测量锁相环锁的时间 | 无 | {{0,0,0},0,null\_ptr,null\_ptr,null\_ptr} |
| Su8\_FS\_ClkSrc | LPIT0时钟源配置参数 | Static | Uint8 | 0表示clock off、1表示源为SOSCDIV2、2表示源为SIRCDIV2、3表示源为FIRCDIV2、6表示源SPLLDIV2 | 无 | 0 |
| Su32\_FS\_RunCheck | 功能安全运行时结果输出 | Static | Uint32 | 该值bit0表示时钟错误、bit1表示电压错误、bit2表示ram ecc错误、bit3表示flash ecc错误 | 无 | 0 |
| Su32\_FS\_BistCheck | 功能安全上电自检结果输出 | Static | Uint32 | 该值bit0表示锁相环超时错误、bit1表示ram ecc上电自检错误、bit2表示flash ecc上电自检错误 | 无 | 0 |
| Su8\_FS\_VoltageMInitialized | 电压监控模块初始化标志 | Static | Uint8 | 值为1则表示电压监控模块成功初始化，反之，则表明未能成功初始化 | 无 | 0 |
| st\_FS\_VoltageM\_pConfig | 电压监控模块配置参数 | Static | ST\_Voltage\_MonitorCfgType | 低压探测以及低压警告中断使能 | 无 | {0,0} |

# Function Unit Detail功能函数详述

## **FS\_Clock\_Monitor\_Init()**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Function Name  功能名称 | 时钟监控模块初始化 | |
| Activation Timing  激活时机 | 上电调用一次 | |
| Parameter(In)  输入 | 无 | 无 |
| 无 | 无 |
| Parameter(Out)  输出 | 无 | 无 |
| Return Value  返回值 | 无 | 无 |
| Program Flow  程序流 |  | |
| Algorithm  算法 | 无 | |
| Comments  解释 | 功能安全时钟监控模块初始化，设置时钟监控模块配置参数即st\_FS\_ClockM\_pConfig值；对配置参数值进行有效性检查；验证SPLL Lock时间是否超时；设置Su8\_FS\_ClockMInitialized以及Su8\_FS\_SPLL\_LockVerify为1。 | |

## **FS\_Clock\_Monitor\_Open()**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Function Name  功能名称 | 使能时钟监控模块 | |
| Activation Timing  激活时机 | 上电调用一次 | |
| Parameter(In)  输入 | 无 | 无 |
| 无 | 无 |
| Parameter(Out)  输出 | 无 | 无 |
| Return Value  返回值 | 无 | 无 |
| Program Flow  程序流 |  | |
| Algorithm  算法 | 无 | |
| Comments  解释 | 该函数首先检查时钟监控模块是否初始化以及SPLL是否在规定时间内锁住；设置SOSC以及SPLL时钟错误产生中断或者时是复位；设置复位控制寄存器的中断源为时钟失锁和时钟丢失是否使能；设置复位延时时间。 | |

## **7.3. FS\_Clock\_Monitor\_lclParamCheck(boolean b\_Expr,uint8 u8\_ApiId,uint8 u8\_ErrId,uint8 \*u8\_Retval)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Function Name  功能名称 | 时钟监控模块参数检查 | |
| Activation Timing  激活时机 | 上电调用一次 | |
| Parameter(In)  输入 | b\_Expr | 判断条件满足情况 |
| u8\_ApiId | 接口ID号 |
| u8\_ErrId | 错误ID号 |
| Parameter(Out)  输出 | u8\_Retval | 返回结果 |
| Return Value  返回值 | 无 | 无 |
| Program Flow  程序流 |  | |
| Algorithm  算法 | 无 | |
| Comments  解释 | 该函数由FS\_Clock\_Monitor\_Init()以及FS\_Clock\_Monitor\_Open()进行参数检查，如果出错则返回E\_NOT\_OK; | |

## **7.4. FS\_Verify\_SPLL\_Locked(SPLL\_LockedMonTimeFunc TimeFunc\_Ptr)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Function Name  功能名称 | 验证SPLL锁时间是否超过最大规定时间 | |
| Activation Timing  激活时机 | 上电调用一次 | |
| Parameter(In)  输入 | TimeFunc\_Ptr | FS\_LPIT0\_GetRealLockTime的函数指针，用来测量SPLL锁的时间 |
| 无 | 无 |
| Parameter(Out)  输出 | 无 | 无 |
| Return Value  返回值 | 无 | 无 |
| Program Flow  程序流 |  | |
| Algorithm  算法 | 无 | |
| Comments  解释 | 计算SPLL锁住的最大超时时间，获取当前SPLL锁时间。两者对比，直到超出最大时间，MCU PLL状态仍不为MCU Locked。则由FS\_BistCheckInput()注册上电自检的lock timeout错误。 | |

## **7.5. SCG\_IRQHandler()**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Function Name  功能名称 | 时钟发生错误中断函数 | |
| Activation Timing  激活时机 | 时钟发生错误 触发调用 | |
| Parameter(In)  输入 | 无 | 无 |
| 无 | 无 |
| Parameter(Out)  输出 | 无 | 无 |
| Return Value  返回值 | 无 | 无 |
| Program Flow  程序流 |  | |
| Algorithm  算法 | 无 | |
| Comments  解释 | 时钟发生错误，进入此中断服务函数后，判断是SOSC或者是SPLL发生错误，还是两者都发生了错误。在检测到何种错误后，调用FS\_RunCheckInput()函数注册时钟错误并清除错误标志位。 | |

## **7.6. FS\_LPIT0\_MonitorSPLLLockedInit()**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Function Name  功能名称 | LPIT0初始化 | |
| Activation Timing  激活时机 | 上电调用一次 | |
| Parameter(In)  输入 | 无 | 无 |
| 无 | 无 |
| Parameter(Out)  输出 | 无 | 无 |
| Return Value  返回值 | 无 | 无 |
| Program Flow  程序流 |  | |
| Algorithm  算法 | 无 | |
| Comments  解释 | LPIT0初始化 | |

## **7.7. FS\_LPIT0\_GetRealLockTime()**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Function Name  功能名称 | LPIT0获取当前测量时间 | |
| Activation Timing  激活时机 | 上电调用一次 | |
| Parameter(In)  输入 | 无 | 无 |
| 无 | 无 |
| Parameter(Out)  输出 | 无 | 无 |
| Return Value  返回值 | 无 | 当前SPLL Lock测量值 |
| Program Flow  程序流 |  | |
| Algorithm  算法 | 无 | |
| Comments  解释 | 获取当前SPLL Lock时间 | |

## **7.8. FS\_LPIT0\_MonitorSPLLLockedDisable()**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Function Name  功能名称 | 禁止LPIT0工作 | |
| Activation Timing  激活时机 | 上电调用一次 | |
| Parameter(In)  输入 | 无 | 无 |
| 无 | 无 |
| Parameter(Out)  输出 | 无 | 无 |
| Return Value  返回值 | 无 | 无 |
| Program Flow  程序流 |  | |
| Algorithm  算法 | 无 | |
| Comments  解释 | 关闭LPIT0 | |

## **7.9. FS\_Voltage\_Monitor\_Init()**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Function Name  功能名称 | 电压监控模块初始化 | |
| Activation Timing  激活时机 | 上电调用一次 | |
| Parameter(In)  输入 | 无 | 无 |
| 无 | 无 |
| Parameter(Out)  输出 | 无 | 无 |
| Return Value  返回值 | 无 | 无 |
| Program Flow  程序流 |  | |
| Algorithm  算法 | 无 | |
| Comments  解释 | 功能安全电压监控模块初始化，设置电压监控模块配置参数即st\_FS\_VoltageM\_pConfig值；进行参数有效性检查；判断当前模式是否为低功耗模式；设置Su8\_FS\_VoltageMInitialized为1。 | |

## **7.10. FS\_Voltage\_Monitor\_Open()**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Function Name  功能名称 | 电压监控模块使能 | |
| Activation Timing  激活时机 | 上电调用一次 | |
| Parameter(In)  输入 | 无 | 无 |
| 无 | 无 |
| Parameter(Out)  输出 | 无 | 无 |
| Return Value  返回值 | 无 | 无 |
| Program Flow  程序流 |  | |
| Algorithm  算法 | 无 | |
| Comments  解释 | 首先进行参数有效性检查判断电压监控模块是否使能；使能Low Voltage Detect Interrupt和Low Voltage Warning Interrupt。 | |

## **7.11. FS\_Voltage\_Monitor\_lclParamCheck(boolean b\_Expr,uint8 u8\_ApiId,uint8 u8\_ErrId,uint8 \*u8\_Retval)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Function Name  功能名称 | 电压监控模块参数检查 | |
| Activation Timing  激活时机 | 上电调用一次 | |
| Parameter(In)  输入 | b\_Expr | 判断条件满足情况 |
| u8\_ApiId | 接口ID号 |
| u8\_ErrId | 错误ID号 |
| Parameter(Out)  输出 | u8\_Retval | 返回结果 |
| Return Value  返回值 | 无 | 无 |
| Program Flow  程序流 |  | |
| Algorithm  算法 | 无 | |
| Comments  解释 | 该函数由FS\_Voltage\_Monitor\_Init()以及FS\_Voltage\_Monitor\_Open()进行参数检查，如果出错则返回E\_NOT\_OK; | |

## **7.12. LVD\_LVW\_IRQHandler()**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Function Name  功能名称 | 低压探测或低压警告中断服务函数 | |
| Activation Timing  激活时机 | 低压探测到或者低压警告，触发调用 | |
| Parameter(In)  输入 | 无 | 无 |
| 无 | 无 |
| Parameter(Out)  输出 | 无 | 无 |
| Return Value  返回值 | 无 | 无 |
| Program Flow  程序流 |  | |
| Algorithm  算法 | 无 | |
| Comments  解释 | 电压发生低压，进入此中断服务函数后，判断是低压探测或者是低压警告中断，还是两者都有。在检测到何种错误后，调用FS\_RunCheckInput()函数注册电压错误并清除错误标志位。 | |

## **7.13. FS\_BistCheckInput(EN\_bist\_errType,boolean val)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Function Name  功能名称 | 功能安全上电自检错误注入 | |
| Activation Timing  激活时机 | 上电自检时，发生SPLL Lock超时或者ram ecc、flash ecc自检错误 | |
| Parameter(In)  输入 | type | 上电自检错误类型 |
| val | 自检结果 |
| Parameter(Out)  输出 | 无 | 无 |
| Return Value  返回值 | 无 | 无 |
| Program Flow  程序流 |  | |
| Algorithm  算法 | 无 | |
| Comments  解释 | 当发生上电自检错误后，调用此函数注册错误。 | |

## **7.14. FS\_RunCheckInput(EN\_run\_errType,boolean val)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Function Name  功能名称 | 功能安全运行时检查错误注入 | |
| Activation Timing  激活时机 | 运行时，发生时钟错误、电压错误、ram ecc错误以及flash ecc错误 | |
| Parameter(In)  输入 | type | 运行时检查错误类型 |
| val | 自检结果 |
| Parameter(Out)  输出 | 无 | 无 |
| Return Value  返回值 | 无 | 无 |
| Program Flow  程序流 |  | |
| Algorithm  算法 | 无 | |
| Comments  解释 | 当发运行时检查错误后，调用此函数注册错误。 | |

## **7.15. FS\_BistCheckOutput(EN\_bist\_errType)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Function Name  功能名称 | 功能安全上电自检结果输出 | |
| Activation Timing  激活时机 | 由BSW\_Sys 上电调用一次 | |
| Parameter(In)  输入 | type | 上电自检错误类型 |
| 无 | 无 |
| Parameter(Out)  输出 | 无 | 无 |
| Return Value  返回值 | 无 | 自检结果 |
| Program Flow  程序流 |  | |
| Algorithm  算法 | 无 | |
| Comments  解释 | 根据传递的上电自检错误类型，返回其自检结果。 | |

## **7.16. FS\_RunCheckOutput(EN\_run\_errType)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Function Name  功能名称 | 功能安全运行时检查结果输出 | |
| Activation Timing  激活时机 | 由MID Interface 每5ms调用一次 | |
| Parameter(In)  输入 | type | 运行时检查错误类型 |
| 无 | 无 |
| Parameter(Out)  输出 | 无 | 无 |
| Return Value  返回值 | 无 | 运行时检查结果 |
| Program Flow  程序流 |  | |
| Algorithm  算法 | 无 | |
| Comments  解释 | 根据传递的运行时检查错误类型，返回其运行时检查结果。 | |

## **7.17. FS\_ECC\_Init(void)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Function Name  功能名称 | ECC初始化函数 | |
| Activation Timing  激活时机 | 上电调用一次 | |
| Parameter(In)  输入 | 无 | 无 |
| 无 | 无 |
| Parameter(Out)  输出 | 无 | 无 |
| Return Value  返回值 | 无 | 无 |
| Program Flow  程序流 |  | |
| Algorithm  算法 | 无 | |
| Comments  解释 | ECC初始化函数，初始化SRAM以及FLASH错误注入和Error Reporting模块。 | |

## **7.18. FS\_ERM\_Init(void)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Function Name  功能名称 | Error Reporting模块初始化函数 | |
| Activation Timing  激活时机 | 上电调用一次 | |
| Parameter(In)  输入 | 无 | 无 |
| 无 | 无 |
| Parameter(Out)  输出 | 无 | 无 |
| Return Value  返回值 | 无 | 无 |
| Program Flow  程序流 |  | |
| Algorithm  算法 | 无 | |
| Comments  解释 | ERM初始化函数。 | |

## **7.19. FS\_EIM\_Init(void)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Function Name  功能名称 | 错误注入模块初始化函数 | |
| Activation Timing  激活时机 | 上电调用一次 | |
| Parameter(In)  输入 | 无 | 无 |
| 无 | 无 |
| Parameter(Out)  输出 | 无 | 无 |
| Return Value  返回值 | 无 | 无 |
| Program Flow  程序流 |  | |
| Algorithm  算法 | 无 | |
| Comments  解释 | EIM初始化函数，初始化SRAML double-bit和single-bit错误注入函数。 | |

## **7.20. FS\_Enable\_Interrupt(uint8\_t vector\_num, uint8\_t priority)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Function Name  功能名称 | 初始化中断 | |
| Activation Timing  激活时机 | 上电调用一次 | |
| Parameter(In)  输入 | vector\_num | 中断号 |
| priority | 优先级 |
| Parameter(Out)  输出 | 无 | 无 |
| Return Value  返回值 | 无 | 无 |
| Program Flow  程序流 |  | |
| Algorithm  算法 | 无 | |
| Comments  解释 | 中断使能函数，根据传进来的中断号使能对应中断并设置优先级。 | |

## **7.21. FS\_SRAML\_NCE\_Inject(void)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Function Name  功能名称 | SRAML注入double-bit错误 | |
| Activation Timing  激活时机 | 上电调用一次 | |
| Parameter(In)  输入 | 无 | 无 |
| 无 | 无 |
| Parameter(Out)  输出 | 无 | 无 |
| Return Value  返回值 | 无 | 无 |
| Program Flow  程序流 |  | |
| Algorithm  算法 | 无 | |
| Comments  解释 | 对SRAML进行double-bit错误注入。 | |

## **7.22. FS\_SRAML\_SBE\_Inject(void)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Function Name  功能名称 | SRAML注入single-bit错误 | |
| Activation Timing  激活时机 | 上电调用一次 | |
| Parameter(In)  输入 | 无 | 无 |
| 无 | 无 |
| Parameter(Out)  输出 | 无 | 无 |
| Return Value  返回值 | 无 | 无 |
| Program Flow  程序流 |  | |
| Algorithm  算法 | 无 | |
| Comments  解释 | 对SRAML进行single-bit错误注入。 | |

## **7.23. FS\_Flash\_ECC\_Init(void)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Function Name  功能名称 | Flash注入错误 | |
| Activation Timing  激活时机 | 上电调用一次 | |
| Parameter(In)  输入 | 无 | 无 |
| 无 | 无 |
| Parameter(Out)  输出 | 无 | 无 |
| Return Value  返回值 | 无 | 无 |
| Program Flow  程序流 |  | |
| Algorithm  算法 | 无 | |
| Comments  解释 | 对Flash进行错误注入。 | |

## **7.24. ERM\_single\_fault\_IRQHandler(void)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Function Name  功能名称 | SRAM single-bit错误中断处理函数 | |
| Activation Timing  激活时机 | 发生SRAM single-bit错误时调用 | |
| Parameter(In)  输入 | 无 | 无 |
| 无 | 无 |
| Parameter(Out)  输出 | 无 | 无 |
| Return Value  返回值 | 无 | 无 |
| Program Flow  程序流 |  | |
| Algorithm  算法 | 无 | |
| Comments  解释 | SRAM single-bit错误中断处理函数 | |

## **7.25. ERM\_double\_fault\_IRQHandler(void)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Function Name  功能名称 | SRAM double-bit错误中断处理函数 | |
| Activation Timing  激活时机 | 发生SRAM double-bit错误时调用 | |
| Parameter(In)  输入 | 无 | 无 |
| 无 | 无 |
| Parameter(Out)  输出 | 无 | 无 |
| Return Value  返回值 | 无 | 无 |
| Program Flow  程序流 |  | |
| Algorithm  算法 | 无 | |
| Comments  解释 | SRAM double-bit错误中断处理函数 | |

## **7.26. FTFC\_Fault\_IRQHandler(void)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Function Name  功能名称 | Flash ECC错误中断处理函数 | |
| Activation Timing  激活时机 | 发生Flash ECC错误时调用 | |
| Parameter(In)  输入 | 无 | 无 |
| 无 | 无 |
| Parameter(Out)  输出 | 无 | 无 |
| Return Value  返回值 | 无 | 无 |
| Program Flow  程序流 |  | |
| Algorithm  算法 | 无 | |
| Comments  解释 | Flash Ecc错误中断处理函数 | |

# Evaluation of Component Design详细设计评估

## **Importance (Key Component/General Component)组件重要性**

<>分类标准：

1. 关键组件（Key Component）：新开发、且实现核心控制功能的组件；
2. 一般组件（General Component）：新开发、且实现非核心控制功能的组件。

实际设计：本组件是实现电机控制、故障诊断等核心控制功能的新组件。

评价结论：本组件为关键组件（Key Component）。/<>

## **Code Complexity Level (High, Low)代码复杂度**

<>分类标准：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Cyclomatic Complexity  圈复杂度 | Code Complexity Level  代码复杂度级别 | Test Ability  可测试性 | Maintenance Cost  维护成本 |
| 1 - 9 | Low | High | Low |
| 10 - 19 | High | Middle | Middle |
| 20 - 29 | Very High | Low | High |
| > 30 | Unusable | Cannot Test | Very High |

分类结果：本组件中有11个功能单元，最大圈复杂度为8，Calls=0，Calling=1。

评价结论：复杂度为低（Low）。/<>

## **Testability (Measurable, Untestable)组件可测试性**

<>判断基准：可测试性为高（High）的组件可采用白盒测试，否则不可测试。

实际设计：所有功能函数均为白盒可测。

评价结论：白盒可测（Measurable）。/<>

# Others其他

无