

Document Title: CM\_FW Timing module design description  
of Safety Control System

Document Number: 16-Q04-000459

Project Number: CT-RD-1601

Project Name: First phase of Safety Control System  
Development Project

Material Number: N/A

Document Version: A

Classification Level: Highly secret

Document Status: CFC

Controlled Status: Under control

Prepared by: Wang Dong 2016-11-01

Checked by: Zhu Genghua 2016-11-30

Countersigned by: Li Qi, Liu Yang

Approved by: Wen Yiming 2016-12-30

## Revision History

No.	Relevant Chapter	Change Description	Date	Version Before Change	Version After Change	Prepared by	Checked by	Approved by
1		Document created	2016-11-1	None	A	Wang Dong	Zhu Genghua	Wen Yiming
2								
3								
4								
5								

**Relationship between this version and old versions: None.**

文件名称：安全控制系统 CM\_FW 校时模块设计说明书

文件编号：16-Q04-000459

项目编号：SF-RD-1601

项目名称：安全控制系统开发项目一期

物料编号：

版本号/修改码：A

文件密级：机密

文件状态：CFC

受控标识：受控

拟制：王 东

2016 年 11 月 1 日

审核：朱耿华

2016 年 11 月 30 日

会签：李 琦 刘 阳

批准：温宜明

2016 年 12 月 30 日

## 修订页

编号	章节名称	修订内容简述	修订日期	订前版本	订后版本	拟制	审核	批准
1		创建	2016-11-1		A	王 东	朱耿华	温宜明
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

本版本与旧文件（版本）的关系：

## Content 目录

1	Document overview 文档概述.....	1
1.1	Introduction 综述.....	1
1.2	Reference 参考文档.....	1
1.2.1	Project documents 内部参考文档.....	1
1.3	Terms and abbreviations 术语和缩略语.....	1
1.3.1	Terms 术语.....	1
1.3.2	Abbreviations 缩略语.....	2
2	Module overview 模块概述.....	3
3	GPS timing module GPS 校时模块.....	4
3.1	Module design 模块设计.....	4
3.1.1	Function description 功能描述.....	4
3.1.2	Design concept 设计思路.....	4
3.1.3	Interface function 接口函数.....	5
3.1.4	Global variable 全局变量.....	5
3.1.5	Data structure 数据结构.....	6
3.1.6	List of sub-function 子功能列表.....	7
3.2	Design of sub-function 子功能设计.....	7
3.2.1	Module initialization 模块初始化.....	7
3.2.2	Module cycle running function 模块周期运行函数.....	8
4	NTP timing module NTP 校时模块.....	12
4.1	Module design 模块设计.....	12
4.1.1	Function description 功能描述.....	12
4.1.2	Design concept 设计思路.....	13
4.1.3	Interface function 接口函数.....	13
4.1.4	Global variable 全局变量.....	13
4.1.5	Data structure 数据结构.....	14
4.1.6	List of sub-function 子功能列表.....	14
4.2	Design of sub-function 子功能设计.....	14
4.2.1	Module initialization 模块初始化.....	14
4.2.2	Module cycle running function 模块周期运行函数.....	15

## 1 Document overview 文档概述

### 1.1 Introduction 综述

This document describes the design description of timing function of CM\_FW of Safety Control System. The document describes the overall concept of the function of the module, and then the sub-function of the modules are described in detail.

This document is the output of module design phase of CM\_FW, and is the input for the follow-up coding phase.

本文档描述了安全控制系统中 CM\_FW 校时模块的设计方案。文档首先描述了模块功能的总体设计思路，然后将模块功能划分为若干子功能并进行详细说明。

本文档是 CM\_FW 模块设计的输出，也是后续编码的输入。

### 1.2 Reference 参考文档

#### 1.2.1 Project documents 内部参考文档

[1] Embedded software safety concept of Safety Control System [505], 15-Q02-000059

[1] 安全控制系统嵌入式软件安全概念说明书 [505], 15-Q02-000059

[2] PM\_FW software overall design description of safety control system [506], 15-Q02-000074

[2] 安全控制系统 PM\_FW 总体设计说明书 [506], 15-Q02-000074

### 1.3 Terms and abbreviations 术语和缩略语

#### 1.3.1 Terms 术语

Table 1-1 Terms

表 1-1 术语

No. 序号	Term 术语	Description 解释
1.	IP_BUS	Communication between PM and IO modules. PM 与 IO 模块之间的通讯总线。
2.	CM_BUS	Communication between PM and CM. PM 与 CM 之间的通讯总线。
3.	PM_BUS	Communication between PMs. PM 之间的通讯总线。
4.	System Net	Communication between control station and PC. 控制站与上位机之间的通讯网络。
5.	Safety Net	Safe communication between control stations.

		控制站之间的安全通讯。
6.	Control station 控制站	A set of triple redundant control system, which includes triple redundant PMs and IO modules under control. 一套三冗余的控制系统，包含三冗余 PM 和 PM 控制的各种 IO 模块。
7.	System response time 系统响应时间	Time interval from the moment that transition of demand signal generated at input ETP to the moment that transition of response signal generated at output ETP. 从系统输入端子板上产生需求信号跳变的时刻到输出端子板上产生相应的响应信号跳变之间的时间。
8.	Control cycle 控制周期	Time interval between adjacent two runs of user program execution. PM 两次执行用户程序间隔时间。
9.	Project 工程	Files which contain configuration information for control station and generated by IEC 61131 configuration software. These files contain all the information required by control station to implement control, including user control program (binaries) to be loaded and executed as well as configuration information of task, CM, PM and IO modules. IEC 61131 组态软件在完成编译后，为控制站生成的组态信息文件，该文件包含可加载执行的用户控制程序（二进制程序）、任务配置信息、CM 配置信息、PM 配置信息和 IO 模块配置信息等各种控制站完成控制所需的信息。
10.	Source project 源工程文件	Source file of the project before compiling. 工程在编译前的源文件。
11.	User program 用户程序	Part of project which contain user control program (binaries) to be loaded and executed and configuration information of task. 工程中的一部分：可加载执行的用户控制程序（二进制程序）和任务配置信息。

### 1.3.2 Abbreviations 缩略语

Table 1-2 Abbreviations

表 1-2 缩略语

No. 序号	Abbreviation 缩略语	English description 英文	Chinese description 中文
1.	PM	Processor Module	主处理器模块
2.	CM	Communication Module	通讯模块
3.	BI	Bus Interface Module	总线接口模块
4.	AI	Analog Input Module	模拟量输入模块
5.	AO	Analog Output Module	模拟量输出模块

6.	DI	Digital Input Module	数字量输入模块
7.	DO	Digital Output Module	数字量输出模块
8.	OSP	Over Speed Protect Module	超速保护模块
9.	SOE	Sequence Of Events	SOE 事件
10.	SIL	Safety Integrity Level	安全完整等级
11.	PW	Power Module	电源模块
12.	OPC	OLE for Process Control	用于过程控制的对象链接与嵌入式技术
13.	UP	User Program	用户程序
14.	PPM	Pulse per minute	分钟脉冲

## 2 Module overview 模块概述

The location of the timing module (marked red) in the software hierarchy is shown below.

校时模块（标红）在软件层次中的位置如下图所示。

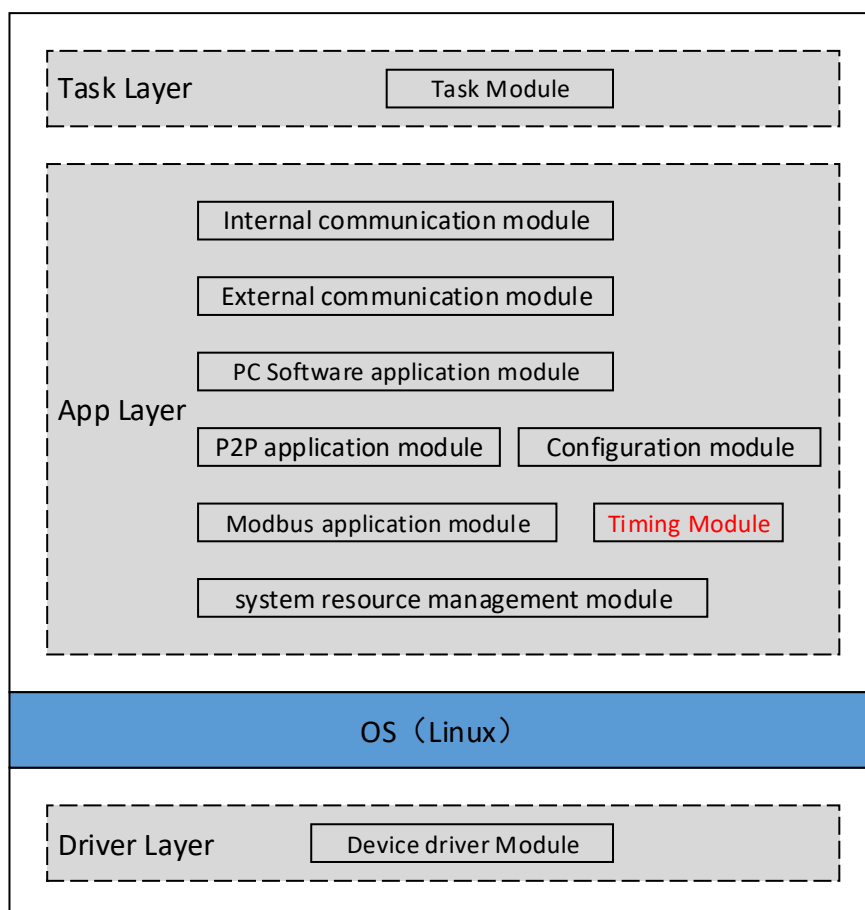


Figure 2-1 the location of the timing module

图 2-1 模块位置

Timing module is used to realize GPS and NTP timing function.



校时模块主要用于实现 GPS 和 NTP 校时功能。

### 3 GPS timing module GPS 校时模块

#### 3.1 Module design 模块设计

##### 3.1.1 Function description 功能描述

The main functions are as follows:

主要功能如下：

- Set system adjust time;  
设置系统校准时间；
- Manage configuration: Serial port configuration and time synchronous configuration;  
管理配置信息：串口配置和时间同步配置信息；
- Set timing registers;  
设置校时寄存器；
- Handle GPS timing report packet.  
处理 GPS 校时报文。

##### 3.1.2 Design concept 设计思路

###### 3.1.2.1 Set system adjust time 设置系统校准时间

Get system time from PM, and set local adjust registers.

获取来自 PM 的系统时间，设置本地校准寄存器。

###### 3.1.2.2 Configuration management 配置信息管理

For each configuration, module stores two versions locally and records the version in use. In each period, the module compares the version stored in the system resource with the local version currently in use: If they are different, copy it to local and switch to the new version.

对于每种配置，模块内部均存储两个版本，并记录正在使用的版本。模块每周期均检查系统资源中的相应配置的版本是否发生了变化，如果变化，则拷贝到本地并切换。

The module handles the changed parameters when switch.

发生切换时，对变化的参数进行处理。

###### 3.1.2.3 Set timing registers 设置校时寄存器

Set timing registers according to the configuration.

根据配置信息设置校时寄存器。

#### 3.1.2.4 Handle GPS timing report packet 处理 GPS 校时报文

Read GPS timing report packet, and set OS time. If a timing discrepancy ( $\geq 12\text{ms}$ ) is occurred, an event will be recorded.

读取 GPS 校时报文，设置操作系统时间。当校时偏差大于 12ms 会产生日志记录。

#### 3.1.3 Interface function 接口函数

The interface functions which are provided by this module are shown as follows:

模块提供的接口函数如下：

##### 1. void GPSInit(void)

Input argument 输入参数	Output argument 输出参数	Description 描述
No. 无。	No. 无。	Module initialization. 模块初始化。

##### 2. void GPSCycle(void)

Input argument 输入参数	Output argument 输出参数	Description 描述
No. 无。	No. 无。	Module cycle function. 模块周期运行函数。

#### 3.1.4 Global variable 全局变量

Table 3-1 Global variable list

表 3-1 全局变量列表

No. 序号	Type 变量类型	Name 名称	Description 描述
1.	static bool_t	s_bCMHasCfg	CM has configuration flag. CM 是否有配置标志。
2.	static COMCfgInfo_t	s_stCOMCfgInfo	COM configuration information. 串口配置信息。
3.	static TimeSyncCfgInfo_t	s_stTimeSyncCfgInfo	Time synchronous configuration information. 时间同步配置信息。
4.	static GPSTimingSets_t	s_stPreGPSSets	Last GPS timing sets. 最近一次记录的 GPS 校时

			设置。
5.	static PPMsets_t	s_stPrePPMsets	Last PPM sets. 最近一次记录的 PPM 设置

### 3.1.5 Data structure 数据结构

#### 1. Serial configure information structure

```

typedef struct COMCfgInfoTag
{
    uint8_t ucIndex;
    uint8_t ucReserve[3];
    uint32_t uiCMCfgCRC;
    uint32_t uiCMCfgVer;
    COMConfigInfo_t stCOMConfig[LOCAL_CFG_VER_CNT];
}COMCfgInfo_t;
    
```

#### 2. Time synchronous configuration structure

```

typedef struct TimeSyncCfgInfoTag
{
    uint8_t ucIndex;
    uint8_t ucReserve[3];
    uint32_t uiCMCfgCRC;
    uint32_t uiCMCfgVer;
    NTPTCPConfigInfo_t stTimeSyncConfig[LOCAL_CFG_VER_CNT];
}TimeSyncCfgInfo_t;
    
```

#### 3. GPS timing settings structure

```

typedef struct GPSTimingSetsTag
{
    bool_t bEnable;
    uint8_t ucBaudRate;
    uint8_t ucDataBits;
    uint8_t ucStopBits;
    uint8_t ucParity;
    uint8_t ucReserve[3];
}GPSTimingSets_t;
    
```

#### 4. PPM settings structure

```

typedef struct PPMsetsTag
{
    uint8_t ucPulseSrc;
    uint8_t ucPulseRpt;
    
```

```
uint8_t ucPulsePoly;  
}PPMSets_t;
```

### 3.1.6 List of sub-function 子功能列表

The sub-functions list is shown as follows:

子功能列表如下:

Table 3-2 Sub function list

表 3-2 子功能列表

Sub function No. 子功能编号	Function description 功能描述
SWDD-CM-TM_NSafR_SecR_A_001	Module initialization 模块初始化
SWDD-CM-TM_NSafR_SecR_A_002	Module cycle function 模块周期运行函数

## 3.2 Design of sub-function 子功能设计

### 3.2.1 Module initialization 模块初始化

SWDD-CM-TM\_NSafR\_SecR\_A\_001

#### 3.2.1.1 GPSInit

##### 3.2.1.1.1 Function Description 功能描述

This function completes initialization of module.

该函数完成 GPS 模块的初始化。

##### 3.2.1.1.2 Argument Description 参数说明

###### ➤ Definition 函数定义

```
void GPSInit(void)
```

###### ➤ Input argument 输入参数

No.

无。

###### ➤ Output argument 输出参数

No.

无。

##### 3.2.1.1.3 Processing flow 处理流程

This function has no branch and the processing flow is omitted.

此函数无分支，流程图省略。

### 3.2.2 Module cycle running function 模块周期运行函数

SWDD-CM-TM\_NSafR\_SecR\_A\_002

#### 3.2.2.1 GPSCycle

##### 3.2.2.1.1 Function Description 功能描述

This function completes module cycle running functions.

该函数完成模块周期运行功能。

##### 3.2.2.1.2 Argument Description 参数说明

###### ➤ Definition 函数定义

void GPSCycle(void)

###### ➤ Input argument 输入参数

No.

无。

###### ➤ Output argument 输出参数

No.

无。

##### 3.2.2.1.3 Processing flow 处理流程

The processing flow is shown below, the main steps are as follows:

流程如下图所示，主要步骤如下：

1. Set system adjust time;  
设置系统校准时间；
2. Check if CM has configuration: if has, enter step 3, otherwise enter step 6;  
检查 CM 是否有配置：如果有，则进入步骤 3；否则进入步骤 6；
3. Handle configuration: see section 3.2.2.2 for details;  
管理配置：详见 3.2.2.2 节；
4. Handle timing registers: see section 3.2.2.3 for details;  
处理校时寄存器：详见 3.2.2.3 节；
5. Handle GPS timing: see section 3.2.2.4 for details;  
处理 GPS 校时报文：详见 3.2.2.4 节；

6. Clear local information.

清除本地信息。

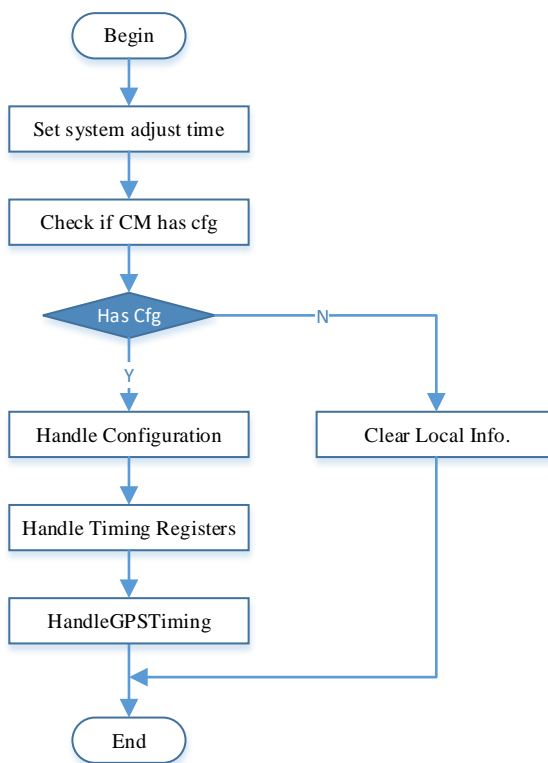


Figure 3-1 cycle running function

图 3-1 周期运行函数

### 3.2.2.2 HandleConfiguration

#### 3.2.2.2.1 Function Description 功能描述

This function is used to manage module configuration cyclically.

该函数用于周期性管理与本模块相关的配置信息。

#### 3.2.2.2.2 Argument Description 参数说明

##### ➤ Definition 函数定义

static void HandleConfiguration(void)

##### ➤ Input argument 输入参数

No.

无。

##### ➤ Output argument 输出参数

No.

无。

### 3.2.2.2.3 Processing flow 处理流程

The processing flow is shown below:

流程如下图所示：

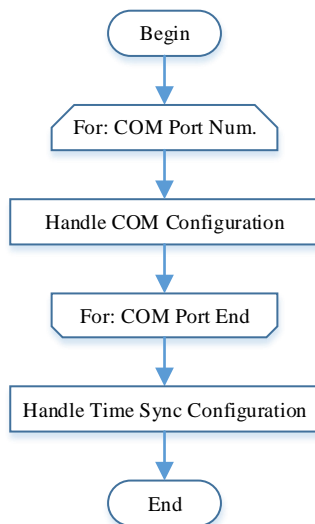


Figure 3-2 handle configuration

图 3-2 处理配置

### 3.2.2.3 HandleCOMTimingRegs

#### 3.2.2.3.1 Function Description 功能描述

This function is used to handle timing registers cyclically.

该函数用于周期性处理校时寄存器。

#### 3.2.2.3.2 Argument Description 参数说明

##### ➤ Definition 函数定义

```
static void HandleCOMTimingRegs(void)
```

##### ➤ Input argument 输入参数

No.

无。

##### ➤ Output argument 输出参数

No.

无。

### 3.2.2.3.3 Processing flow 处理流程

The processing flow is shown below:

流程如下图所示：

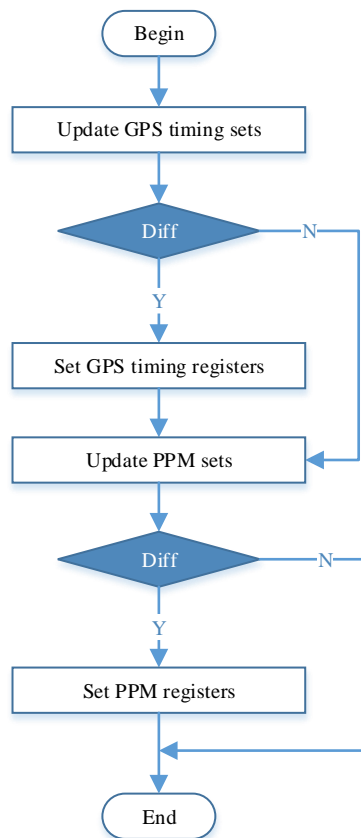


Figure 3-3 handle timing registers

图 3-3 处理校时寄存器

### 3.2.2.4 HandleGPSTiming

#### 3.2.2.4.1 Function Description 功能描述

This function is used to handle GPS timing packets cyclically.

该函数用于周期性处理 GPS 校时报文。

#### 3.2.2.4.2 Argument Description 参数说明

##### ➤ Definition 函数定义

static void HandleGPSTiming(void)

##### ➤ Input argument 输入参数

No.

无。

##### ➤ Output argument 输出参数

No.

无。



#### 3.2.2.4.3 Processing flow 处理流程

The processing flow is shown below:

流程如下图所示：

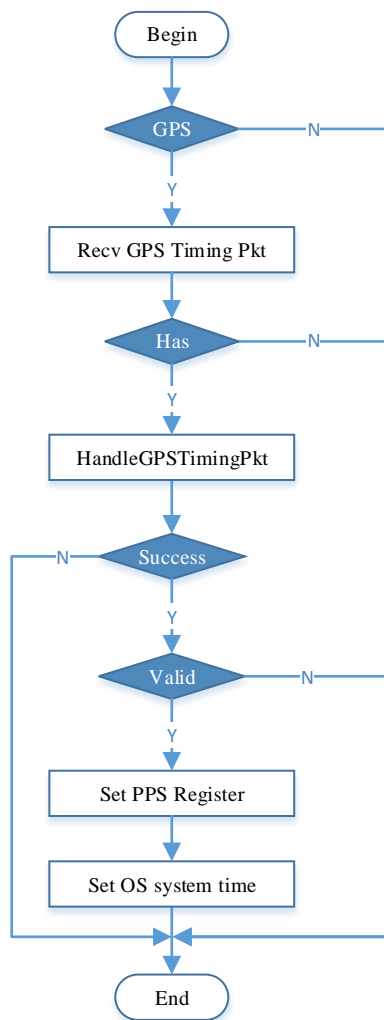


Figure 3-4 handle GPS timing packets

图 3-4 处理 GPS 校时报文

## 4 NTP timing module NTP 校时模块

### 4.1 Module design 模块设计

#### 4.1.1 Function description 功能描述

The main functions are as follows:

主要功能如下：

- Manage configuration: Time synchronous configuration;

管理配置信息：时间同步配置信息；

- Configure NTP timing function.

配置 NTP 校时功能。

## 4.1.2 Design concept 设计思路

### 4.1.2.1 Configuration management 配置信息管理

Module stores two versions locally and records the version in use. In each period, the module compares the version stored in the system resource with the local version currently in use: If they are different, copy it to local and switch to the new version.

模块内部均存储两个版本，并记录正在使用的版本。模块每周周期均检查系统资源中的版本是否发生了变化，如果变化，则拷贝到本地并切换。

The module handles the changed parameters when switch.

发生切换时，对变化的参数进行处理。

### 4.1.2.2 Configure NTP timing function 配置 NTP 校时功能

Configure NTP timing function when configuration was switched or cleared.

当配置信息切换或者被清除时，配置 NTP 校时功能。

## 4.1.3 Interface function 接口函数

The interface functions which are provided by this module are shown as follows:

模块提供的接口函数如下：

1. void NTPInit(void)

Input argument 输入参数	Output argument 输出参数	Description 描述
No. 无。	No. 无。	Module initialization. 模块初始化。

2. void NTPCycle(void)

Input argument 输入参数	Output argument 输出参数	Description 描述
No. 无。	No. 无。	Module cycle function. 模块周期运行函数。

## 4.1.4 Global variable 全局变量

Table 4-1 Global variable list

表 4-1 全局变量列表

No.	Type	Name	Description
-----	------	------	-------------

序号	变量类型	名称	描述
1.	static bool_t	s_bCMHasCfg	CM has configuration flag. CM 是否有配置标志。
2.	static TimeSyncCfgInfo_t	s_stTimeSyncCfgInfo	Time synchronous configuration information. 时间同步配置信息。

#### 4.1.5 Data structure 数据结构

##### 1. Time synchronous configuration structure

```
typedef struct TimeSyncCfgInfoTag
{
    uint8_t ucIndex;
    uint8_t ucReserve[3];
    uint32_t uiCMCfgCRC;
    uint32_t uiCMCfgVer;
    NTPTCPConfigInfo_t stTimeSyncConfig[LOCAL_CFG_VER_CNT];
}TimeSyncCfgInfo_t;
```

#### 4.1.6 List of sub-function 子功能列表

The sub-functions list is shown as follows:

子功能列表如下：

Table 4-2 Sub function list

表 4-2 子功能列表

Sub function No. 子功能编号	Function description 功能描述
SWDD-CM-Timing_NSafR_SecR_A_003	Module initialization 模块初始化
SWDD-CM- Timing_NSafR_SecR_A_004	Module cycle function 模块周期运行函数

#### 4.2 Design of sub-function 子功能设计

##### 4.2.1 Module initialization 模块初始化

SWDD-CM-Timing\_NSafR\_SecR\_A\_003

###### 4.2.1.1 NTPIInit

###### 4.2.1.1.1 Function Description 功能描述

This function completes initialization of module.

该函数完成 NTP 模块的初始化。

#### 4.2.1.1.2 Argument Description 参数说明

➤ Definition 函数定义

void NTPInit(void)

➤ Input argument 输入参数

No.

无。

➤ Output argument 输出参数

No.

无。

#### 4.2.1.1.3 Processing flow 处理流程

This function has no branch and the processing flow is omitted.

此函数无分支，流程图省略。

### 4.2.2 Module cycle running function 模块周期运行函数

SWDD-CM-Timing\_NSafR\_SecR\_A\_004

#### 4.2.2.1 NTPCycle

##### 4.2.2.1.1 Function Description 功能描述

This function completes module cycle running functions.

该函数完成模块周期运行功能。

##### 4.2.2.1.2 Argument Description 参数说明

➤ Definition 函数定义

void NTPCycle(void)

➤ Input argument 输入参数

No.

无。

➤ Output argument 输出参数

No.

无。

#### 4.2.2.1.3 Processing flow 处理流程

The processing flow is shown below, the main steps are as follows:

流程如下图所示，主要步骤如下：

1. Check if CM has configuration: if has, enter step 2, otherwise enter step 3;

检查 CM 是否有配置：如果有，则进入步骤 2；否则进入步骤 3；

2. Handle configuration: see section 4.2.2.2 for details;

管理配置：详见 4.2.2.2 节；

3. Clear local information: see section 4.2.2.3 for details.

清除本地信息：详见 4.2.2.3 节。

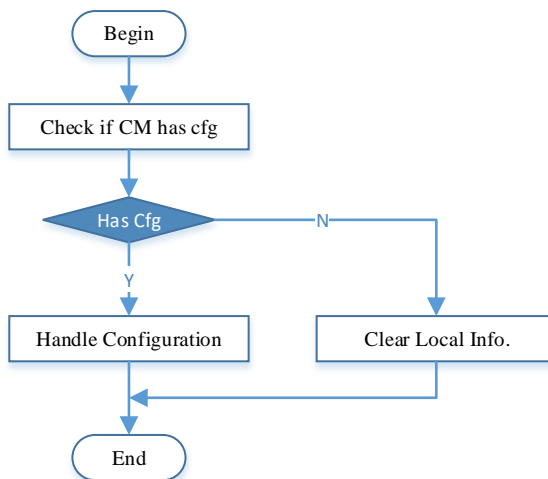


Figure 4-1 cycle running function

图 4-1 周期运行函数

#### 4.2.2.2 HandleConfiguration

##### 4.2.2.2.1 Function Description 功能描述

This function is used to manage module configuration cyclically.

该函数用于周期性管理与本模块相关的配置信息。

##### 4.2.2.2.2 Argument Description 参数说明

###### ➤ Definition 函数定义

static void HandleConfiguration(void)

###### ➤ Input argument 输入参数

No.

无。

➤ Output argument 输出参数

No.

无。

#### 4.2.2.2.3 Processing flow 处理流程

The processing flow is shown below:

流程如下图所示：

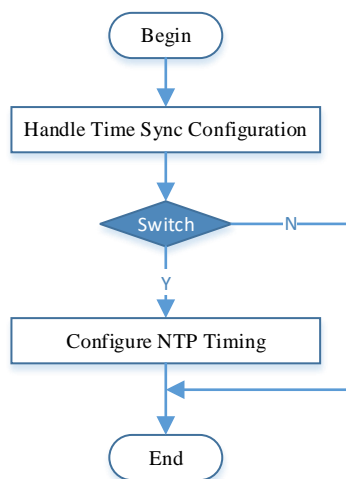


Figure 4-2 handle configuration

图 4-2 处理配置

#### 4.2.2.3 ClearLocalInfo

##### 4.2.2.3.1 Function Description 功能描述

This function is used to clear local information.

该函数用于清除本地信息。

##### 4.2.2.3.2 Argument Description 参数说明

➤ Definition 函数定义

static void ClearLocalInfo(void)

➤ Input argument 输入参数

No.

无。

➤ Output argument 输出参数

No.

无。

#### 4.2.2.3.3 Processing flow 处理流程

The processing flow is shown below:

流程如下图所示:

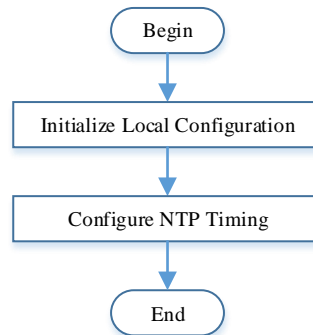


Figure 4-3 clear local information

图 4-3 清除本地信息

——以下无正文