

Document Title: PM\_FW external library module design  
description of Safety Control System

Document Number: 17-Q04-000528

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: Li Qi 2016-12-26

Checked by: Zhu Genghua 2016-12-30

Countersigned by: Liu Yang, Wang Dong

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	2016-12-26	None	A	Li Qi	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 PM\_FW 外部库模块设计说明书

文件编号：17-Q04-000528

项目编号：CT-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：李琦

2016 年 12 月 26 日

审核：朱耿华

2016 年 12 月 30 日

会签：刘阳、王东

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	2016-12-30		A	李琦	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	缩略语.....	2
2	Module overview 模块概述.....	3
3	Module design 模块设计 .....	3
3.1	Function description 功能描述 .....	3
3.2	Design concept 设计思路 .....	4
3.2.1	Function table 函数列表 .....	4
3.2.2	Function relocate strategy 函数重定位策略.....	4
3.3	Interface function 接口函数.....	4
3.4	Global variable 全局变量 .....	5
3.5	Data structure 数据结构.....	5
3.6	List of sub-function 子功能列表 .....	5
4	Design of sub-function 子功能设计 .....	6
4.1	External library initialization 外部库初始化.....	6
4.1.1	ExtLibInit .....	6
4.2	External library implementation 外部库实现.....	7
4.2.1	Function.....	7
4.2.2	Function block.....	8

## 1 Document overview 文档概述

### 1.1 Introduction 综述

This document describes the design description of external library function of PM\_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 PM\_FW, and is the input for the follow-up coding phase.

本文档描述了安全控制系统中 PM\_FW 外部库模块的设计方案。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 PM\_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 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

## 2 Module overview 模块概述

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

外部库模块（标红）在软件层次中的位置如下图所示。

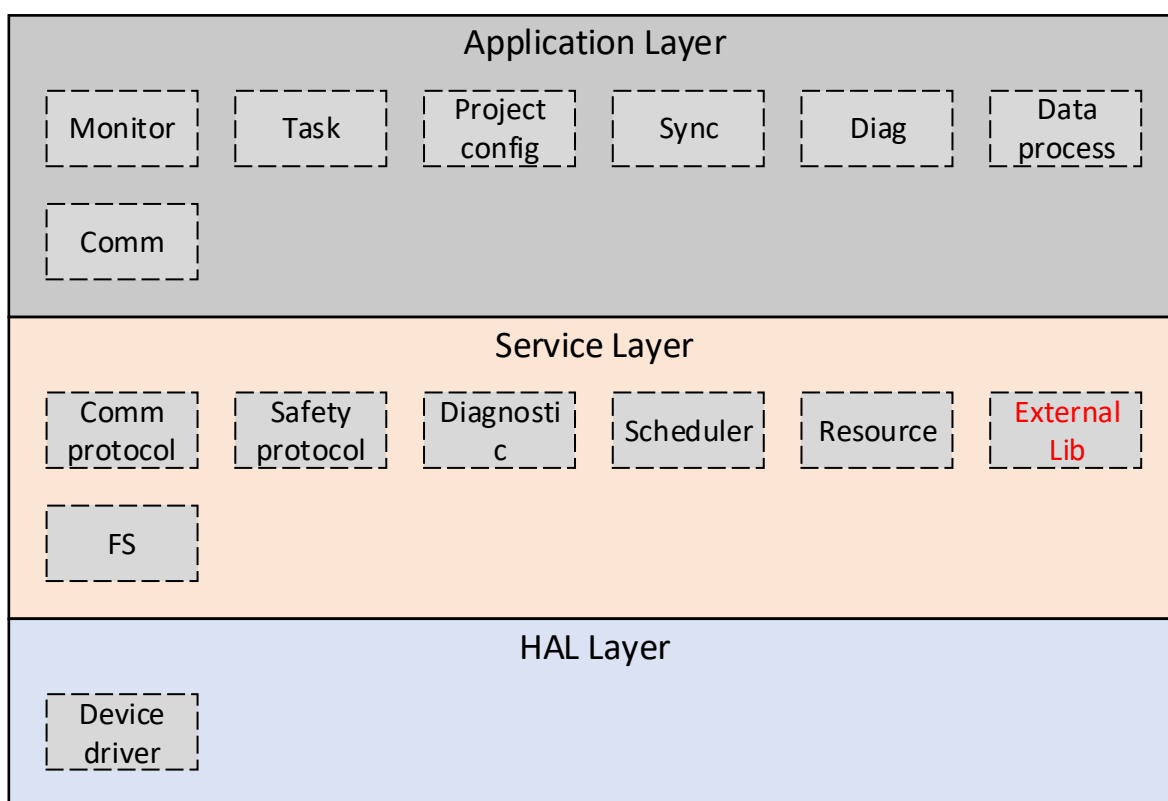


Figure 2-1 the location of the module

图 2-1 模块位置

## 3 Module design 模块设计

### 3.1 Function description 功能描述

The external library implemented in this module will be used by CS1131 (Configuration Software).



该模块提供了供 CS1131（组态软件）调用的外部库。

## 3.2 Design concept 设计思路

### 3.2.1 Function table 函数列表

Table3-1 Function table

表 3-1 函数表

Function name 函数名称	Function address 函数地址
"RS"	(fp)ExlibRS
"SR"	(fp)ExlibSR
"SIN_LREAL"	ExtSIN
"COS_LREAL"	ExtCOS
...	...
"null"	NULL

### 3.2.2 Function relocate strategy 函数重定位策略

Relocate function address to the related position in G-Area by this function table and configuration information.

利用函数表及相应的配置信息将其重定位到 G 区的相应位置。

## 3.3 Interface function 接口函数

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

1. void ExtLibInit(void)

Input argument 输入参数	Output argument 输出参数	Description 描述
No. 无。	No. 无。	External library module initialization and relocation. 外部库模块初始化及函数重定位。

### 3.4 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.	ExtLibMathTable	stMathTable [MAX_EXLIB_FUNC_NUM]	Function table 函数列表

### 3.5 Data structure 数据结构

```
#define MAX_EXLIB_FUNC_NUM (200)

#define MAX_FUNC_NAME_LENGTH (64U)

typedef double_t (*fp)(double_t x);

typedef struct ExtLibMathTableTag
{
    char_t cName[MAX_FUNC_NAME_LENGTH];
    fp pFunc;
}ExtLibMathTable;

typedef struct ExLibFuncInfoTag
{
    uint32_t uiRelocOffset; // offset address in G-Area
    char_t cFuncName[MAX_FUNC_NAME_LEN];
}ExLibFuncInfo_t;
```

### 3.6 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-PM-LIB_SafR_NSecR_A_001	External library initialization and relocation. 外部库初始化及重定位
SWDD-PM-LIB_SafR_NSecR_A_002	External library implementation. 外部库函数实现

## 4 Design of sub-function 子功能设计

### 4.1 External library initialization 外部库初始化

SWDD-PM-LIB\_SafR\_NSecR\_A\_001

#### 4.1.1 ExtLibInit

##### 4.1.1.1 Function Description 功能描述

External library initialization and relocation.

外部库初始化及重定位。

##### 4.1.1.2 Argument Description 参数说明

###### ➤ Definition 函数定义

void ExtLibInit(void);

###### ➤ Input argument 输入参数

No.

无。

###### ➤ Output argument 输出函数

No.

无。

#### 4.1.1.3 Processing flow 处理流程

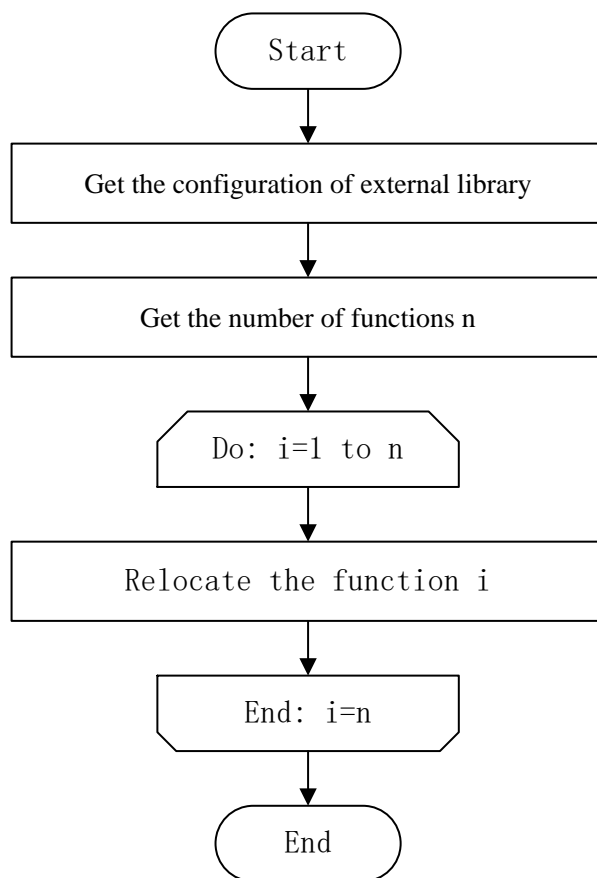


Figure4-1 External library initialization processing flow

图 4-1 外部库初始化流程图

## 4.2 External library implementation 外部库实现

SWDD-PM-LIB\_SafR\_NSecR\_A\_002

### 4.2.1 Function

#### 4.2.1.1 Function Description 功能描述

This kind of external library is called “function”. For instance: sin, cos, tan, etc.

此类外部库被叫做“函数”。例如：sin、cos、tan 等

#### 4.2.1.2 sin function sin 函数

The function “sin”: its name is “SIN\_LREAL” and its entry is ExtSIN in the function table 3-1.

正弦函数 sin 在函数列表中的名称为“SIN\_LREAL”，入口地址为 ExtSIN。见表 3-1。

#### 4.2.1.3 Argument Description 参数说明

➤ Definition 函数定义

```
static double_t ExtSIN(double_t x);
```

- Input argument 输入参数

Radian x.

弧度 x。

- Output argument 输出函数

No.

无。

#### 4.2.1.4 Processing flow 处理流程

The processing flow is omitted.

流程图省略。

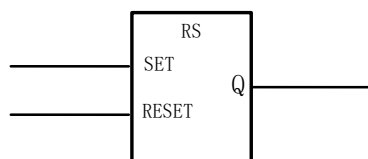
### 4.2.2 Function block

#### 4.2.2.1 Function Description 功能描述

This kind of external library is called “function block”. For instance: RS, SR, CTD, etc.

此类外部库被叫做“功能块”。例如：RS、SR、CTD 等

#### 4.2.2.2 RS function block RS 功能块



The function block RS: its name is “RS” and its entry is ExlibRS in the function table 3-1.

RS 在函数列表中的名称为“RS”，入口地址为 ExlibRS。见表 3-1。

#### 4.2.2.3 Argument Description 参数说明

- Function Definition 函数定义

```
static void ExlibRS(RStype_t *pstRSDat);
```

- Input argument 输入参数

RStype\_t \*pstRSDat

- Output argument 输出函数

No.

无。

#### 4.2.2.4 Processing flow 处理流程

The processing flow is omitted.

流程图省略。

——以下无正文