|  |  |
| --- | --- |
| 标 识： | R1/GSF2-1-SDTD |
| 版本号： | V1.0 |
| 密 级： | 内部 |
| 阶段标记 | M |

**GSF21-1驱动器**

**软件需求规格说明**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 编 写： | 卢润田 |  |
|  | 审 核： | 刘润园 |  |
|  | 批 准： | 李金荣 |  |
|  | 编制日期： | 2020年08月18日 |  |
|  | 编制单位： | 研发中心 |  |

**上海润璋智能科技股份有限公司**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 签署页 | | | | | |
| 分发单位 | | | | | |
| 单位 | | 数量 | 单位 | | 数量 |
|  | |  |  | |  |
|  | |  |  | |  |
|  | |  |  | |  |
|  | |  |  | |  |
|  | |  |  | |  |
|  | |  |  | |  |
|  | |  |  | |  |
|  | |  |  | |  |
|  | |  |  | |  |
|  | |  |  | |  |
|  | |  |  | |  |
|  | |  |  | |  |
| 编 制 |  | | 标准化审签 |  | |
| 工 艺 |  | | 审 核 |  | |
| 质 量 |  | | 批 准 | 2020.08.18 | |
| 顾客代表  （签章） |  | | | | |

**文档修改记录**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 版本号 | 修改内容描述 | 修改人 | 日期 | 备注 |
| V1.0 | 创建 | 卢润田 | 2020-08-29 |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**目录**

[1 范围 6](#_Toc52911931)

[1.1 标识 6](#_Toc52911932)

[1.2 系统概述 6](#_Toc52911933)

[1.3 文档概述 6](#_Toc52911934)

[2 引用文档 7](#_Toc52911935)

[3 需求 7](#_Toc52911936)

[3.1 要求的状态和方式 7](#_Toc52911937)

[3.2 CSCI能力需求 9](#_Toc52911938)

[3.2.1 初始化需求 9](#_Toc52911939)

[3.2.2 上电自检需求 10](#_Toc52911940)

[3.2.3 周期自检需求 11](#_Toc52911941)

[3.2.4 控制策略计算需求 12](#_Toc52911942)

[3.2.5 换相控制需求 13](#_Toc52911943)

[3.2.6 转速测量需求 14](#_Toc52911944)

[3.2.7 通讯接收需求 14](#_Toc52911945)

[3.2.8 通讯发送需求 14](#_Toc52911946)

[3.2.9 状态机管理需求 15](#_Toc52911947)

[3.2.10 线程监视需求 15](#_Toc52911948)

[3.2.11 软件升级需求 17](#_Toc52911949)

[3.2.12 无限等待需求 18](#_Toc52911950)

[3.3 CSCI外部接口需求 18](#_Toc52911951)

[3.4 CSCI内部接口需求 18](#_Toc52911952)

[3.4.1 接口标识和接口图 18](#_Toc52911953)

[3.5 CSCI内部数据需求 19](#_Toc52911954)

[3.6 适应性需求 19](#_Toc52911955)

[3.7 安全性需求 19](#_Toc52911956)

[3.8 保密性需求 20](#_Toc52911957)

[3.9 CSCI环境需求 20](#_Toc52911958)

[3.10 计算机资源需求 20](#_Toc52911959)

[3.10.1 计算机硬件需求 20](#_Toc52911960)

[3.10.2 计算机硬件资源使用需求 20](#_Toc52911961)

[3.10.3 计算机软件需求 20](#_Toc52911962)

[3.10.4 计算机通信需求 21](#_Toc52911963)

[3.11 软件质量因素 21](#_Toc52911964)

[3.12 设计和实现约束 22](#_Toc52911965)

[3.13 人员需求 22](#_Toc52911966)

[3.14 培训需求 22](#_Toc52911967)

[3.15 软件保障需求 22](#_Toc52911968)

[3.16 其他需求 22](#_Toc52911969)

[3.17 验收、交付和包装需求 22](#_Toc52911970)

[3.18 需求的优先顺序和关键程度 22](#_Toc52911971)

[4 合格性规定 22](#_Toc52911972)

[5 需求可追踪性 23](#_Toc52911973)

[6 注释 23](#_Toc52911974)

[6.1 缩略语 23](#_Toc52911975)

**GSF21-1驱动器软件需求规格说明**

# 范围

## 标识

1. 标识号：R1/GSF2-1-SDTD
2. 名称：GSF21-1驱动器软件需求规格说明
3. 版本号：V1.0 2020年08月29日

## 系统概述

本文档适用于GSF21-1型无刷直流电机驱动器(以下简称驱动器)中运行的嵌入式实时控制软件，可与用户（航天四院401所）研制的J150ZWX01直流无刷电机配套使用，为CB-20-10电机泵提供动力，并实现电机的驱动控制。总体用户规定的软件代码为R1/GSF2-1，对应的本公司软件代码为R/401-J150/RZ01-1.00。以下简称为嵌入式电机控制软件或本软件。

嵌入式电机控制软件适配于GSF21-1型无刷直流电机驱动器所用DSP模块（芯片），本软件通过与上位机通讯实现对配套电机启动、停止、运转的控制。该软件通过DSP外围电路采集电机转子位置传感器输出的转子位置实时信息以及电流、电压、温度信息等，完成电机控制算法，最终输出PWM波实现对电机的控制。

电机驱动器软件主要功能有：初始化设置、电机状态切换、安全保护功能、PID控制算法、PWM波形输出、RS422通讯

## 文档概述

本文档依据《GSF21-1驱动器软件研制任务书》中的指标要求，具体分析了该设备软件的工程需求以及其它相关的需求，对软件的功能、性能、接口等进行了详细描述，明确了软件功能、性能、接口、数据元素等要求。

本文档是软件分析人员和系统总体设计人员之间相互了解的基础，软件设计人员进行概要设计和详细设计的依据，软件编程人员进行编码的依据，也是软件测试人员进行测试的基准。本文档的内容涉及本公司商业秘密，使用应符合相关保密规定。

本文档的内容遵循GJB438B-2009的要求。

# 引用文档

表 1 引用文档

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **名 称** | **标识号** | **发布单位** | **发布**  **日期** |
| 1 | 军用软件测试指南 | GJB/Z141-2004 | 中国人民解放军总装备部 | 200501 |
| 2 | 军用软件开发文档通用要求 | GJB438B-2009 | 中国人民解放军总装备部 | 200905 |
| 3 | 军用软件验收要求 | GJB1268A-2004 | 中国人民解放军总装备部 | 200409 |
| 4 | 军用软件接口设计要求 | GJB2041-1994 | 国防科学技术工业委员会 | 199409 |
| 5 | 军用软件开发通用要求 | GJB2786A-2009 | 中国人民解放军总装备部 | 200905 |
| 6 | 军用软件安全性设计指南 | GJB/Z 102A-2012 | 中国人民解放军总装备 | 201209 |
| 7 | 军用软件配置管理 | GJB 5235-2004 | 中国人民解放军总装备 | 200501 |
| 8 | 军用软件需求分析 | GJB 1091-1991 | 国防科学技术工业委员会 | 199108 |

# 需求

## 要求的状态和方式

按照软件研制任务书的规定，提交用户的配置项（CSCI）运行在GSF21-1驱动器的DSP中，与硬件协同构成嵌入式实时无刷电机调速控制系统。

规定了两种工作模式（方式）：战时模式和平时模式，两种模式包含的状态完全相同，区别是：平时模式：伺服驱动器保护功能开启；战时模式：伺服驱动器仅报警不保护，CPU上电后默认为“战时模式”。默认工作模式为“战时模式”。

定义了12种工作状态见表2，每20ms周期通过RS422串行通讯接口向上位机发送一次系统当前状态，表2规定了系统的状态字。

表 2工作状态字定义

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **位序号** | **名称** | **定义** |
| **0～15** | **电机初始化自检** | **0x0C50：自检正在执行；** |
| **0x0C80：自检执行正常；** |
| **0x0CF0：自检执行异常；** |
| **电机参数配置** | **0x0C51：参数配置过程中；** |
| **0x0C81:配置参数正常；** |
| **0x0CF1：配置参数异常；** |
| **电机运行** | **0x0C52：电机正在运行；** |
| **0x0C82：电机运行正常；** |
| **0x0CF2：电机运行异常；** |
| **电机停止** | **0x0C53：电机正在停止；** |
| **0x0C83：电机停止正常；** |
| **0x0CF3：电机停止异常；** |

表2于2020年9月27日更改为表格2A

于2020年9月27日增加表格11定义上报工作状态

表 3 上报工作状态字定义

| **位序号** | **数值** | **定义** | **说明** |
| --- | --- | --- | --- |
| Bit 0 | 1 | 上电自检正常完成 | 共16位 |
| 0 | 上电自检未完成 |
| Bit 1 | 1 | 功率电上电正常完成 |
| 0 | 功率电上电未完成 |
| Bit 2 | 1 | 有故障（总的故障状态字） |
| 0 | 无故障 |
| Bit 3 | 1 | 电机运行 |
| 0 | 电机停止 |

增加矩阵

## CSCI能力需求

### 初始化需求（标识）

初始化中包含3步初始化、软件升级、初始状态打包上传、PUBIT等内容，顺序及细节如下：

1. 初始化第1步
2. 禁止中断、内部看门狗功能；
3. 采集固定电位输出管脚电平功能（保存结果）
4. SCIB串口初始化功能
5. 输出端口安全置位
6. I/O端口初始化
7. 等待50ms并喂外部看门狗
8. 软件升级 【属于其它需求另述】
9. 打包上传发送工作状态字 = “自检正在执行” 的数据包 【属于其它需求另述】
10. 初始化第2步
11. 喂外部看门狗
12. TZ功能初始化
13. AD部件初始化功能
14. PWM部件初始化
15. ECAP部件初始化
16. 定时器初始化
17. 硬件故障锁定清除
18. 工作状态、工作模式、其余全局变量初始化；
19. PUBIT【属于上电自检需求另述】
20. 初始化第3步
21. 定时器使能并喂外部看门狗；
22. 中断使能

其中作为约束的初始化细节参数需求如下：

1. 需要初始化为数字量输入的部分需求如下
2. 需要初始化为数字量输出的部分需求如下
3. 需要初始化的SCI（UART）口需求如下
4. 需要初始化的TZ部分需求如下
5. 需要初始化的AD部分需求如下
6. 需要初始化的PWM部分需求如下
7. 需要初始化的CAP部分需求如下
8. 需要初始化的AD部分需求如下
9. 需要初始化的定时器部分需求如下
10. 需要初始化的中断部分需求如下

### 上电自检需求

上电自检的内容及顺序要求如下：

1. 零位读取：对于软件研制任务书4.3.1中表9中，只要项目零位值不等于“无确定值”的通道，均应进行零位读取，方法如下：循环10次软件启动AD转换，读取每次的结果，去掉最大、最小值后剩余8次的值平均，作为该通道的零位值。
2. 零位越界检查：在获得零位值后，进行零位越界检查。
3. 绝对量读取：对于动力母线电压、控制母线电压、电机温度、驱动器温度、控制母线电流这几个无法读取零位的通道，循环10次软件启动AD转换，读取每次的结果，去掉最大、最小值后剩余8次的值平均，作为该通道的读值保存。
4. 绝对量越界检查：在获得绝对量读值后，进行绝对量越界检查。
5. 输入数字量初始值读取：对于软件研制任务书4.3.2中表10中，只要项目零位值不等于“无确定值”的通道，方法如下：循环读取5次输入数字量，若10次结果不同，应当建立异常标记，若10次相同则作为该数字量的读值。（建议与AD读零同循环）。
6. 输入数字量异常检查：若10次读值结果不同或者读值结果不等于规定的零位值，均为异常。
7. 若零位/绝对量越界检查、数字量检查结果发现存在异常，树立异常标识。
8. 输出数字量复位状态检查：前文3.2.1-1-b) 中提到：采集固定电位输出管脚电平功能（保存结果），检查此结果，结果不等于规定的零位值，为异常。
9. 检查硬件故障报警：是否有故障标识，故障信号是否协调？
10. 若前文“自检正在执行” 的数据包已发送完成，当发现异常时则发送“自检执行异常” 的数据包。未发现异常则发送“自检执行正常”数据包。

### 周期自检需求

周期自检运行于主循环中，周期自检的内容及顺序要求如下：

1. 模拟量越界检查：对于有零位的模拟量，读取AD值后，减去对应通道的零位值（在上电自检中获得并保存），得到该通道的去皮值，对去皮值进行越界检查，每个需要检查的模拟量独立设置越界累加计数器变量（全局静态，初始为0），越界1次加1，不越界但累加计数器大于等于1则减1，每个需要检查的模拟量独立设置累加界限，当累加器变量的值大于界限时，建立报警标志。
2. 监视RS422发送的20ms中断1：在主循环中无符号整型变量cp\_A\_main\_tx20（全局静态）累加;并检查其是否大于上限，大于上限则报警，在RS422发送周期20ms中断次数达到预定频数时检查此变量cp\_A\_main\_tx20是否小于下限并清零，若小于下限则报警。（注意上限、下限要留有余量，当上位机密集发送数据包时可能出现报警）
3. 监视RS422发送的20ms中断2：在RS422发送周期20ms中断时cp\_B\_tx20\_main累加,并检查其是否大于上限，大于上限则报警，在主循环中检查此变量cp\_B\_tx20\_main是否小于下限并清零，若小于下限则报警。（注意上限、下限要留有余量，当上位机密集发送数据包时可能出现报警）
4. 检查硬件故障报警：是否有故障标识，故障信号是否协调？
5. 固定输入数字量异常检查：若3次（可调整）读值结果不同或者读值结果不等于规定的零位值，均为异常。
6. 若发现异常建立标识，供数据打包、状态机管理使用。

根据输入量变化速率的不同，周期自检分为两部分，高速变化的在PWM周期中断线程中，低速变化的在主循环线程中。由PWM定时器周期触发AD转换，自动扫描16个AD通道，在PWM线程中周期自检高速信号部分，低速信号的AD转换结果发送至全局变量缓冲区中，由主循环中调用低速周期自检进行检查。

1. 高速周期自检

数据分组中的“模拟量\_逆变桥臂电流”、“模拟量\_动力电源电压”，“BIT回绕输入”，“硬件故障标识输入”进行高速周期自检。虽然是高速自检，但越界报警信号需进行消抖处理。

1. 低速周期自检

数据分组中的“模拟量\_温度”、“模拟量\_监视”，“固定输入”进行低速周期自检。低速量的越界报警信号可进行较强的消抖处理。

### 控制策略计算需求

控制策略由5ms定时中断线程负责周期执行。

1. 电机运行模式的控制策略

当RS422接收到的数据包，将工作模式由其它模式变为“电机运行”的控制周期中，将参数配置的转速指令赋值给目标转速指令，而将当前速度反馈（可稍微增加一定的增量）赋值给当前转速指令，在随后的控制周期中，通过累加固定增量的方法使得当前转速指令逼近并最终等于目标转速指令。

在工作模式等于“电机运行”的控制周期中，以当前转速指令与当前转速反馈进行增量式闭环、前馈计算，计算结果进行限幅处理后，叠加上一控制周期的输出，再次限幅处理后，作为当前的控制输出（控制占空比）。对应的状态有“电机正在运行”，“电机运行正常”，不包含“电机运行异常”。

【注意1】闭环计算的积分环节注意防止积分溢出，强烈建议采用积分抗饱和方法。

【注意2】强烈建议在当前转速指令不等于目标转速指令之前，不使用积分环节，并且将积分累加和清零。

1. 电机停止模式的控制策略

当RS422接收到的数据包，将工作模式由其它模式变为“电机停止”的控制周期中，将控制占空比设为0，对积分累加和清零，检查还有哪些全局变量需要清零。对于工作状态为“电机正在停止”，“电机停止正常”，“电机停止异常”，还包含“电机运行异常”，均关闭所有功率开关。

1. 电机参数配置模式的控制策略

当RS422接收到的数据包，将工作状态由“自检执行正常模式” 变为“参数配置过程中”的控制周期中，将控制占空比设为0，对积分累加和清零，检查还有哪些全局变量需要清零。对于工作状态为“参数配置过程中”，“参数配置正常”，“参数配置异常”，均关闭所有功率开关。

### 换相控制需求

在PWM周期定时中断中：

1. 读取三相桥臂电流、母线电压等全部AD转换通道；
2. 将其中属于数据分组中的“模拟量\_温度”、“模拟量\_监视”，“固定输入”的低速变化模拟量的转换值送至全局缓冲区。
3. 判断三相电流和值是否连续多次（建议10次）越界
4. 判断三相电流值是否连续多次（建议3次）越界
5. 若当前状态为 “电机正在运行”或“电机运行正常”则执行以下功能：

1. 根据三相电流值计算母线电流，判断母线电流是否超出预定义的临近边界（根据技术要求初定25A，调试过程可适当放大，最大35A），超出则将4.4.4.4.1 节描述的电机运行模式的控制策略计算的控制占空比减小20%。
2. 消抖3次读取电机转子位置信号，若3次各不相同，则本次没有合法位置信息，当ECAP发生过捕获时，应与ECAP捕获的转子位置信号对比，判断是否相等，不相等则本次PWM周期定时中断将没有合法信息。
3. 对合法的转子位置信息进行时序检测，继续判断转子位置信息的合法性。
4. 若转子位置信息不合法，建立报警标识，本次PWM输出全部截止关断。
5. 若转子位置信息合法，根据电机驱动逻辑表，将需要处于关闭状态的功率开关给出关闭控制信号，直流母线开关控制其饱和导通；将控制占空比分别相应的上管和下关进行偏置赋值。

### 转速测量需求

需要对3路转子位置信号分别捕获上升沿和下降沿，共分6组测速捕获，每组只捕获1路信号的一种变化沿。测速时注意捕获用时基定时器的溢出回绕。当转速反馈低于200rpm时可以直接认为转速反馈为0；在ECAP捕获中断中只保存捕获时间计数、如果记录时基定时器的溢出计数需要增加捕获时基定时器中断。转速的计算不要放在捕获中断中。转速的计算最好放置在5ms控制周期定时器中断中。电机为4对极。

### 通讯接收需求

RS422数据接收功能由两部分实现，一部分为接收中断，另一部分为数据解包。根据技术要求规定数据帧长度不超过256字节，但同时上位机发来的相关指令及参数是非周期的，因此可能会出现紧密相连的若干个数据包，建议建立大于256（尽可能大）的环形缓冲队列。

应当在硬件接收缓冲区半满时触发接收中断，接收中断中负责将硬件缓冲区中的数据搬至环形缓冲队列，直至将硬件缓冲区掏空才能结束中断。

数据解包由主循环调用，在数据解包开始时可以再次将硬件接收缓冲区的剩余数据掏空，然后开始解包。解包不得一发现数据等于包头就认为是真的包头，可能是数据包中的内容。发现等于包头只能先立标志，待CRC检验通过才可确认其是真包头。如果CRC检验未通过，则应从发现等于包头的位置继续寻找，不要遗漏。

### 通讯发送需求

RS422数据发送功能有2个中断完成。建立大于256（尽可能大）的环形缓冲队列。先由20ms定时中断进行数据打包，打包结果放入环形缓冲队列；然后用环形缓冲队列中的数据将硬件发送缓冲区填充满，启动发送，同时使能发送缓冲区空中断（发送中断）。在每次发送中断中不断将环形缓冲队列中的剩余数据搬至硬件发送缓冲区。注意比较环形缓冲区的两个指针，不要发生越界，同时注意回绕。

### 状态机管理需求

状态机管理在5ms控制周期中断中实施，根据4.4.2状态转换的规定进行，格外注意：default或者else条件所包含的状态走向。在状态管理计算完成后，在执行控制策略。

### 线程监视需求

线程相互监视可能不是独立的几个函数，而只是在若干函数中包含一些语句，进行变量累加、比较、清零等操作。其工作机理是在已知的CPU工作速度和负荷下，各定时中断之间或与主循环的运行比。一般通过定义全局无符号整形变量来进行信息交互。

| **序号** | **监视目标** | **工作用全局变量（艺名）** | **使用方法** |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 【RS422发送周期20ms中断】与【主循环】相互监视 | count\_main\_tx20;  （常量） | 【RS422发送周期20ms中断】时检查【主循环】的预定频数（即几次RS422发送中断检查一次主循环累加计数值） |
| cp\_A\_main\_tx20; | 在主循环中cp\_A\_main\_tx20累加;并检查其是否大于上限，大于上限则报警，在RS422发送周期20ms中断次数达到预定频数时检查此变量cp\_A\_main\_tx20是否小于下限并清零，若小于下限则报警。（注意上限、下限要留有余量，当上位机密集发送数据包时可能出现报警） |
| cp\_B\_tx20\_main; | 在RS422发送周期20ms中断时cp\_B\_tx20\_main累加,并检查其是否大于上限，大于上限则报警，在主循环中检查此变量cp\_B\_tx20\_main是否小于下限并清零，若小于下限则报警。（注意上限、下限要留有余量，当上位机密集发送数据包时可能出现报警） |
|  | 【RS422发送周期20ms中断】与控【制周期5ms中断】相互监视 | count\_tx20\_kz5;  （常量） | 【控制周期5ms中断】时检查【RS422发送周期20ms中断】的预定频数（即几次控制周期中断检查一次RS422发送周期累加计数值，应当是5次） |
| cp\_A\_tx20\_kz5; | 在RS422发送周期中断中cp\_A\_tx20\_kz5累加;并检查其是否大于上限，大于上限则报警，在控制周期5ms中断次数达到预定频数时检查此变量cp\_A\_tx20\_kz5是否小于下限并清零，若小于下限则报警。（注意上限、下限要留有余量，当上位机密集发送数据包时可能出现报警） |
| cp\_B\_kz5\_tx20 | 在控制周期5ms中断时cp\_B\_kz5\_tx20累加,并检查其是否大于上限，大于上限则报警，在RS422发送周期20ms中检查此变量cp\_B\_kz5\_tx20是否小于下限并清零，若小于下限则报警。（注意上限、下限要留有余量，当上位机密集发送数据包时可能出现报警） |
|  | 【控制5ms周期中断】与【PWM周期中断】相互监视 | count\_kz5\_pwm;  （常量） | 【PWM周期中断】时检查【控制5ms周期中断】的预定频数（即几次PWM周期中断检查一次控制5ms周期中断累加计数值） |
| cp\_A\_kz5\_pwm; | 在控制5ms周期中断中cp\_A\_kz5\_pwm累加;并检查其是否大于上限，大于上限则报警，在PWM周期中断次数达到预定频数时检查此变量cp\_A\_kz5\_pwm是否小于下限并清零，若小于下限则报警。（注意上限、下限要留有余量，当上位机密集发送数据包时可能出现报警） |
| cp\_B\_pwm\_kz5 | 在PWM周期中断时cp\_B\_pwm\_kz5累加,并检查其是否大于上限，大于上限则报警，在控制5ms周期中断中检查此变量cp\_B\_pwm\_kz5是否小于下限并清零，若小于下限则报警。（注意上限、下限要留有余量，当上位机密集发送数据包时可能出现报警） |

### 软件升级需求

根据技术要求，本软件必须“具备不对设备拆装条件下进行软件升级的能力”，因此，根据系统硬件条件，将使用系统接口已有的RS422通讯口进行软件升级，这将对现有串口协议进行增添，但原则是不得破坏技术协议已规定的通讯协议。一旦开始软件升级，首先必须截止关闭除泻放以外的所有功率开关，控制泻放功率开关处于饱和导通状态。同时在软件升级烧写过程中保留一个定时中断用于DSP片外看门狗的喂狗动作，关闭（禁止）其他所有中断。烧写之后必须进行读出验证。软件升级烧写将DSP的FLASH分为BOOT引导区、最新版地址区和A,B两个大小相同的程序烧写区间。为安全考虑，设计两个软件升级的窗口，1个在硬件复位基本初始化（SCI口初始化等）后等待50ms时间判断上位机是否需要烧写，另一个在运行期间，由RS422通讯协议的数据包启动烧写工作。软件正常工作过程是在硬件复位后首先运行BOOT引导区的软件，读取最新版地址区的信息，根据信息将软件转移至A区或者B区运行。一旦接到上位机要升级烧写的命令，先读取最新版地址区的信息，此为当前版本软件的运行区间，将烧写地址指向另一个区间。设计烧写的通讯总协议，应当在烧写前通知DSP数据包的总包数，建议在原协议数据包的尾部增加包尾标志，16bit 的CRC校验和，以确保烧写数据的传输安全。在所有数据包全部传输完毕、烧写、读出校验均正常的条件下，最后更改最新版地址区的信息。

只允许用更高版本来进行升级，不得用低版本降级。

另外，软件升级单元还包含对应的上位机升级软件。

需要准备若干个内容相同但版本号不同的下载版本供培训用户进行下载操作。

### 无限等待需求

无限循环在主函数中实现，调用以下部件：

1. 周期BIT
2. 数据解包
3. 喂片外看门狗。

## CSCI外部接口需求

本条参见文件《接口需求规格说明》

## CSCI内部接口需求

### 接口标识和接口图

内部接口有专用寄存器接口和全局变量接口两类，寄存器接口图如图1所示。



图 1 寄存器接口

写一些全局变量

由于CSCI为嵌入式实时控制软件，无操作系统裸机运行于定制硬件环境的指定型号CPU，必须使用若干个中断线程和无限循环的主函数，中断还有可能有优先级嵌套。中断线程之间、中断与主循环之间的接口只能是全局变量。有一些全局变量可能会有多个线程读写，有些则只在两个线程之间交换信息，全局变量这一部分接口留待设计时再描述，一面束缚设计思路。

## CSCI内部数据需求

CSCI内部没有数据库或者文件。

## 适应性需求

无。

## 安全性需求

1. 通过RS422串口接收上位机指令，按技术要求进行包头、包长、CRC校验的检验，同时还要对已通过CRC校验的数据包内容进行检查，当发现包内有任何一个数据超出技术协议约定的范围，则判定为非法数据，此数据包抛弃。
2. 若出现硬件过流、过压故障，软件立即上报。若处于“平时模式”，则立即停机以处于安全状态；若处于“战时模式”，根据技术协议要求，则尝试自动恢复。
3. 为确保软件正常运行，在运行过程中不出现跑飞的情况，在主循环和重要中断线程中配合控制器硬件进行“喂狗”。
4. 主循环线程中“喂狗”要求：高电平56ms，低电平58ms，周期为114ms的方波信号。
5. PWM中断线程中“喂狗”要求：高电平50ms，低电平50ms，周期为100ms的方波信号。
6. 在不同的（中断）线程中，不要调用同一函数，避免引起冲突。
7. 多余的内存空间先不填充，未使用的中断进行屏蔽。

## 保密性需求

暂无。

## CSCI环境需求

CSCI的运行环境为GSF21-1型无刷直流电机驱动器中的专用环境。

## 计算机资源需求

### 计算机硬件需求

无。RAM---70%

### 计算机硬件资源使用需求

无。

### 计算机软件需求

无。

### 计算机通信需求

#### 物理层通讯协议

该接口为5V电平标准、“五线制”旁路隔离设计，智能双向全双工异步串行口，波特率为115200bps，数据格式为1位起始位，8位数据位，1位停止位，无奇偶校验位。

#### 数据链路层协议

收放控制器与伺服驱动器之间的通讯都需遵守以下格式。16位整型数先传低8位，后传高8位。32为整型数或浮点数从低8位到高8位先后依次发送。

数据链路层用来保证节点间无差错的数据传输，采用帧头判读、校验和判断的方式保证通讯的正确性，数据帧长度不超过256字节缓冲区长度。

表 4 数据帧格式

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **字节序号** | **名称** | **内容** |
| **1** | **帧头** | **55H** |
| **2** | **帧头** | **AAH** |
| **3** | **数据长度** | **N-4** |
| **4** | **数据1** |  |
| **5** | **数据2** |  |
| **…** | **…** |  |
| **N-1** | **数据（N-4）** |  |
| **N** | **数据和** |  |

数据和（CheckSum）是数据长度与数据包所有字节（3～N-1）累加结果的低8位。

#### 应用层协议

伺服驱动器上电自动进行初始化及自检，根据收放控制器指令，转入电机参数配置、电机的启动和停止控制。

收放控制器向伺服驱动器发送相关指令及参数（非周期），伺服驱动器每20ms向收放控制器发送当前电机转速、电压及电流等状态。

电机启动时按电机已配置参数运行，若要改变参数时，需要先发送配置指令进行参数配置。

## 软件质量因素

驱动器软件的关键性等级为A级

驱动器软件的研制应当满足GJB2786相关规定，软件应按照相应的关键等级（A级）进行第三方评测，提供评测报告。

可升级

任务书中的可靠性要求

## 设计和实现约束

驱动器软件的研制应当满足GJB2786A相关规定。

使用C语言

438B

## 人员需求

无。熟练掌握C

## 培训需求

无。培训，标准、指南。

## 软件保障需求

具备不对设备拆装条件下进行软件升级的能力。

## 其他需求

无。

## 验收、交付和包装需求

CSCI无单独的验收、交付和包装需求。

## 需求的优先顺序和关键程度

全部需求同等重要。

# 合格性规定

CSCI随GSF21-1型无刷直流电机驱动器整体带载工作合格。

软件按照相应的关键等级（A级）进行第三方评测，最终结论为合格。

# 需求可追踪性

暂无。

# 注释

## 缩略语