|  |  |
| --- | --- |
| 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**

**接口需求规格说明**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 编 写： | 卢润田 |  |
|  | 审 核： | 刘润园 |  |
|  | 批 准： | 李金荣 |  |
|  | 编制日期： | 2020年08月08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 | 2020-08-19 |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**目录**

[1 范围 6](#_Toc52910915)

[1.1 标识 6](#_Toc52910916)

[1.2 系统概述 6](#_Toc52910917)

[1.3 文档概述 7](#_Toc52910918)

[2 引用文档 7](#_Toc52910919)

[3 需求 7](#_Toc52910920)

[3.1 接口标识和接口图 7](#_Toc52910921)

[3.1.1 R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_IABC 15](#_Toc52910922)

[3.1.2 R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_VBUS 16](#_Toc52910923)

[3.1.3 R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_TEMP 16](#_Toc52910924)

[3.1.4 R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_JS 17](#_Toc52910925)

[3.1.5 R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_RS422 18](#_Toc52910926)

[3.1.6 R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_PWM 22](#_Toc52910927)

[3.1.7 R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_MRK 23](#_Toc52910928)

[3.1.8 R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_BRK 24](#_Toc52910929)

[3.1.9 R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_EN 24](#_Toc52910930)

[3.1.10 R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_ECAP 25](#_Toc52910931)

[3.1.11 R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_ERRCLR 25](#_Toc52910932)

[3.1.12 R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_WDI 26](#_Toc52910933)

[3.1.13 R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_RDBIT 26](#_Toc52910934)

[3.1.14 R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_ERRFLG 27](#_Toc52910935)

[3.1.15 R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_ZDGC 28](#_Toc52910936)

[3.1.16 R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_CONIN 29](#_Toc52910937)

[3.2 需求的优先顺序和关键性 31](#_Toc52910938)

[4 合格性规定 32](#_Toc52910939)

[5 需求可追踪性 33](#_Toc52910940)

[6 注释 33](#_Toc52910941)

[6.1 缩略语 33](#_Toc52910942)

**GSF21-1驱动器软件接口需求规格说明**

# 范围

## 标识

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，此软件为嵌入式实时控制类型软件，裸机运行于特定型号的DSP中（无操作系统），DSP外围硬件电路为用户定制的GSF21-1型无刷直流电机驱动器硬件，只有一个CSCI。

1. 系统名称：GSF21-1驱动器
2. 系统标识号：GSF21-1
3. 软件名称：GSF21-1驱动器软件
4. 软件标识号：R1/GSF2-1\_CSCI
5. 软件版本号：V1.0 2020年08月19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。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

本文档主要描述了该设备软件的运行环境要求、技术要求、设计约束、质量控制要求、验收和交付、软件保障要求、进度要求等内容。该文档用于嵌入式电机控制软件的接口需求规格说明，内容涉及上海润璋智能科技股份有限公司商业秘密，请控制知悉范围，保护合法的知识产权。

# 引用文档

引用文档如表1所示。

表 1 引用文档

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **名 称** | **标识号** | **发布单位** | **发布**  **日期** |
|  | 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 |
|  | 军用软件接口设计要求 | GJB2041-1994 | 国防科学技术工业委员会 | 199409 |
|  | 军用软件开发通用要求 | GJB2786A-2009 | 中国人民解放军总装备部 | 200905 |
|  |  |  |  |  |

# 需求

## 接口标识和接口图

标识号为R1/GSF2-1\_CSCI的CSCI接口图如图1所示。



图 1 CSCI外部接口图

本文档适用于R1/GSF2-1\_CSCI软件配置项的外部接口，根据目的功能将软件的输入输出数据组成分组描述如表2所示。

表 2 数据分组描述

| **序号** | **分组名称**  **及标识** | **硬件说明** | | **功能描述** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 硬件网络名称 | DSP端口 |
|  | 模拟量\_逆变桥臂电流  **R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_IABC** | **IB\_AD** | **ADCINA0** | 获取三相桥臂电流信息后，用于检查三相和值范围，计算母线电流，实施软件过流检查、过流保护、实施软件近限降输出。  在战时模式，检查结果只是通过串口报警，不进行保护。  在平时模式，检查结果既通过串口报警，也进行保护。 |
| **IA\_AD** | **ADCINA1** |
| **IC\_AD** | **ADCINB0** |
|  | 模拟量\_动力电源电压  R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_VBUS | **VBUS\_AD** | **ADCINA3** | 针对技术要求表8中“母线电压欠压保护”、“母线电压欠压预警”的要求，在获取动力电源电压信息后，实施软件过压泻放、软件过、欠压保护，过欠压保护恢复。  在战时模式，检查结果只是通过串口报警，不进行保护。  在平时模式，检查结果既通过串口报警，也进行保护。 |
|  | 模拟量\_温度  R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_TEMP | **TEMP\_Q\_AD** | **ADCINA2** | 针对技术要求表8中 “电机温度过高保护”、“驱动器温度过高保护”，“电机温度过高预警”，“驱动器温度过高预警”的要求，在获取驱动器、电机温度信息后，实施过温检查，过温保护，过温保护恢复。  在战时模式，检查结果只是通过串口报警，不进行保护。  在平时模式，检查结果既通过串口报警，也进行保护。 |
| **M\_TEMP\_K** | **ADCINA7** |
|  | 模拟量\_监视  R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_JS | **AGND** | **ADCINA4** | 获取28V控制电源的电压、电流、硬件过流下限、1.5V参考源、功率板5V 电源电压、硬件过流上限、2.5V参考源、外围5V电源电压、内核5V电源电压、标准地电位信息，除了28V控制电源电压外，其他模拟量在正常情况下是在一个较小范围内波动（考虑），工作过程中基本不变化。  对28V电源电压实施监视，进行控制电的软件过压、欠压检查；  对28V电源电流实施监视，进行过流、欠流检查。  对其他基本不变的物理量实施上电BIT进行零位越限检查，周期BIT进行波动越限检查。  在战时模式，检查结果只是通过串口报警，不进行保护。  在平时模式，检查结果既通过串口报警，也进行保护。 |
| **U\_28V\_K** | **ADCINA5** |
| **I\_28V\_K** | **ADCINA6** |
| **I\_MIN\_AD** | **ADCINB1** |
| **REF1V5\_AD** | **ADCINB2** |
| **Q5V\_SEN\_AD** | **ADCINB3** |
| **IMAX\_SEN\_AD** | **ADCINB4** |
| **REF2V5\_AD** | **ADCINB5** |
| **SEN\_AVDD5V** | **ADCINB6** |
| **SEN\_VCC5V** | **ADCINB7** |
|  | RS\_422通讯  R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_RS422 | **RS422\_RX** | **SCIRXDB** | 构成RS422通讯口，实现与上位机的RS422通讯，衍生数据包解析、指令刷新等。  接收数据包中的指令转速是控制策略计算的主要主要输入。 |
| **RS422\_TX** | **SCITXDB** |
| **RS422\_DE** | **GPIO77** |
| **RS422\_RE** | **GPIO78** |
|  | PWM输出  R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_PWM | **PWMAH** | **EPWM1A** | 逆变桥功率开关PWM控制信号输出，这是电机调速的控制端。输出高电平则对应的功率开关饱和导通，输出低电平则对应的功率开关截止关断。 |
| **PWMAL** | **EPWM1B** |
| **PWMBH** | **EPWM2A** |
| **PWMBL** | **EPWM2B** |
| **PWMCH** | **EPWM3A** |
| **PWMCL** | **EPWM3B** |
|  | 母线控制输出  R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_MRK | **MX\_RJ\_KZ** | **GPIO7** | 控制270V动力电源开关截止关断还是饱和导通，注意由于有缓上电电路的存在，开关截止关断后仍然可以有一定的电流流过。输出高电平则对应的母线功率开关饱和导通，输出低电平则对应的母线功率开关截止关断。 |
|  | 泻放控制输出  R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_BRK | **BREAK\_RJ\_KZ** | **GPIO9** | 控制270V母线上泻放电阻是导通泻放，还是关断不泻放，输出高电平则导通泻放，输出低电平则对关断不泻放。 |
|  | 使能控制输出  R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_EN | **ENABLE\_3V3\_N** | **GPIO15** | 控制使能控制输出的6路PWM、母线控制、泻放控制信号，差分逻辑控制，负逻辑输出0，同时正逻辑输出1则使得上述控制输出有效， 否则上述控制输出信号被强行设置为使所有功率开关处于截止关断状态（安全态）。 |
| **ENABLE\_3V3\_P** | **GPIO16** |
|  | 霍尔信号输入  R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_ECAP | **ECAP1** | **ECAP1** | ECAP4备用（未用）。  电机转子位置传感器信号输入，捕获其变化沿可以使用测周法进行电机转速测量，实现本系统的反馈，是控制策略计算的主要输入。  在获得电机转速反馈后，可响应技术要求表8中“电机超速保护”、“电机超速预警”的需求  可以进行变化时序检查、非法组合检查  无论在战时模式还是平时模式，检测结果立即影响当前控制输出，故障上报，但不影响下一次的控制输出。 |
| **ECAP2** | **ECAP2** |
| **ECAP3** | **ECAP3** |
| **ECAP4** | **ECAP4** |
|  | 硬件故障清除输出  R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_ERRCLR | **ERR\_CLR** | **GPIO12** | 当发生硬件过流故障，系统进入“自检执行异常”状态，通过此信号输出上升沿可以尝试清除硬件故障的锁定，进而恢复工作。 |
|  | 看门狗喂狗输出  R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_WDI | **DSP\_WDI** | **GPIO51** | 外部看门芯片为TPS3813K33，可根据其数据手册及硬件设计确定看门狗的喂狗周期。 |
|  | BIT回绕输入  R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_RDBIT | **DISABLE\_BIT** | **GPIO29** | 使能控制输出的组合产生DISABLE信号放大后送至功率板，同相回绕供周期BIT检测。  在战时模式，检测结果只是通过串口报警，不进行保护。  在平时模式，检测结果既通过串口报警，也进行保护。 |
|  | 硬件故障标识输入  R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_ERRFLG | **CV\_ERR\_3V3** | **GPIO13/TZ2** | 获得270V动力母线硬件过压或者桥臂过流、三相桥臂过流锁定、内核5V电源电压正常、内核3.3V电源电压正常、外围5V电源电压正常，1.9V电源电压正常、270V动力母线硬件过压信息，用于周期BIT。  在战时模式，检测结果只是通过串口报警，不进行保护。  在平时模式，检测结果既通过串口报警，也进行保护。 |
| **OC\_FG\_3V3** | **GPIO17/TZ6** |
| **VCC5V\_PG** | **GPIO42** |
| **VCC3V3\_PG** | **GPIO43** |
| **VDD5V\_PG** | **GPIO44** |
| **VCC1V9\_PG** | **GPIO45** |
| **OV\_FG\_3V3** | **GPIO31** |
|  | 调试协助输出  R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_ZDGC | **ZDGC\_OUT1** | **GPIO49** | 多线程观测器及状态观测输出，进入中断时输出低电平，中断返回前输出高电平，主循环观测在时间相邻的两次主循环过程中，一次输出低电平，另一次输出高电平，循环往复。 |
| **ZDGC\_OUT2** | **GPIO50** |
| **ZDGC\_OUT3** | **GPIO59** |
| **ZDGC\_OUT4** | **GPIO60** |
| **ZDGC\_OUT5** | **GPIO64** |
| **ZDGC\_OUT6** | **GPIO65** |
| **ZDGC\_OUT7** | **GPIO67** |
| **ZDGC\_OUT8** | **GPIO68** |
|  | 固定输入  R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_CONSTIN | **GND** | **GPIO30** | 所有固定的数字输入管脚，初始化为GPIO输入管脚,上电初始化时，此时系统状态为“自检正在执行”，可以检测其是否为预定信号，记录检测结果，不作为进入“自检执行异常”的判据。  待输入了“战时模式”或“平时模式”后，  在战时模式，检查结果只是通过串口报警，不进行保护。  在平时模式，检查结果既通过串口报警，也进行保护。 |
| **GND** | **GPIO6** |
| **GND** | **GPIO8** |
| **GND** | **GPIO10** |
| **GND** | **GPIO11** |
| **GND** | **GPIO14** |
| **GND** | **GPIO52** |
| **GND** | **GPIO53** |
| **GND** | **GPIO58** |
| **GND** | **GPIO61** |
| **GND** | **GPIO66** |
| **GND** | **GPIO69** |
| **GND** | **GPIO70** |
| **GND** | **GPIO71** |
| **GND** | **GPIO72** |
| **GND** | **GPIO73** |
| **GND** | **GPIO74** |
| **GND** | **GPIO75** |
| **GND** | **GPIO76** |
| **GND** | **GPIO79** |
| **GND** | **GPIO38** |
| **GND** | **GPIO34** |
| **GND** | **GPIO36** |
| **GND** | **GPIO46** |
| **GND** | **GPIO47** |
| **GND** | **GPIO80** |
| **GND** | **GPIO81** |
| **GND** | **GPIO82** |
| **GND** | **GPIO83** |
| **GND** | **GPIO39** |
| **未定义，上拉** | **GPIO84** |
| **未定义，上拉** | **GPIO85** |
| **未定义，上拉** | **GPIO86** |
| **未定义，上拉** | **GPIO87** |

### IF\_R1/GSF2-1\_ADIABC

这组接口为三相逆变桥臂电流电阻采样的模拟信号AD采集。AD转换器分辨率为12bit，转换值范围0~4095，3个输入通道，上电后初始化前，在功率逆变桥开关全部关闭条件下，AD转换的值为零位，零位的理论读值为2048，在初始化阶段多次读数平均后作为零位，零位越界应当报警。后期读值在减去零位后才是与电流采样对应的码值（下文称为采样值）。同时性方面，目前希望IB\_AD(ADCIN0) 与 IC\_AD(ADCINB0)同时采样，而IA\_AD (ADCINA1) 与 IB\_AD(ADCIN0) 的采样时间间隔越小越好，接口参数见表3。

表 3 IF\_R1/GSF2-1\_ADIABC接口参数

| **序号** | **名称** | **描述** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 组标识 | IF\_R1/GSF2-1\_ADIABC |  |
|  | 组名称 | 三相逆变桥臂电流采样 |  |
|  | 数量 | 3 |  |
|  | 零位理论值 | 2048 |  |
|  | 零位误差限 | 【1948，2148】 |  |
|  | 物理信号基波频率 | 400Hz |  |
|  | 采样率 | 50kHz |  |
|  | 采样值范围 | 【-2148 ，2148】 |  |
|  | 理论对应关系 | 线性，物理量与码值 |  |
|  | 特殊要求 | IB\_AD(ADCIN0) 与 IC\_AD(ADCINB0)同时采样，而IA\_AD (ADCINA1) 与 IB\_AD(ADCIN0) 的采样时间间隔越小越好 |  |

AD转换通道注意：

1. 模拟输入量在输入端口模拟电压保持不变时，仍然会有最大±10个左右的跳码。
2. 为避免软件的工作负载过大，已将需要采集的各模拟量进行低通滤波处理，所有信号送至AD转换器时，其最高频率均低于10kHz，所以16通道循环采样转换的总速率大于20kHz即可满足香农采样定律。
3. AD类接口通过设置DSP的AD部件设置寄存器，指定采样次序、工作时钟频率、转换触发源（建议为PWM周期定时器）等参数即可自动工作，AD采集结果只需在每次转换之后读取结果寄存器就可获得。

### IF\_R1/GSF2-1\_ADDLVBUS

这组接口为1路动力电源电压分压采样的模拟信号VBUS\_AD 的AD采集。AD转换器分辨率为12bit，转换值范围0~4095，1个输入通道（ADCINA3），接口参数见表4

表 4 IF\_R1/GSF2-1\_ADDLVBUS接口参数

| **序号** | **名称** | **描述** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 组标识 | IF\_R1/GSF2-1\_ADDLVBUS |  |
|  | 组名称 | 动力电源电压采样 |  |
|  | 数量 | 1 |  |
|  | 零位理论值 | 无 |  |
|  | 零位误差限 | 无 |  |
|  | 物理信号基波频率 | 400Hz |  |
|  | 采样率 | 50kHz |  |
|  | 采样值范围 | 【0，4095】 |  |
|  | 理论对应关系 | 线性 |  |
|  | 特殊要求 |  |  |

### IF\_R1/GSF2-1\_ADTEMP

这组接口为2路温度采样的模拟信号：

1. TEMP\_Q\_AD 对应驱动器温度，送至ADCINA2
2. M\_TEMP\_K 对应电机温度，送至ADCINA7

的AD采集。AD转换器分辨率为12bit，转换值范围0~4095，接口参数见表

表 5 IF\_R1/GSF2-1\_ADTEMP接口参数

| **序号** | **名称** | **描述** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 组标识 | IF\_R1/GSF2-1\_ADTEMP |  |
|  | 组名称 | 动力电源电压采样 |  |
|  | 数量 | 1 |  |
|  | 零位理论值 | 无 |  |
|  | 零位误差限 | 无 |  |
|  | 物理信号基波频率 | 1Hz |  |
|  | 采样率 | 50kHz |  |
|  | 采样值范围 | 【0，4095】 |  |
|  | 理论对应关系 | 非线性，需要实验测试 |  |
|  | 特殊要求 |  |  |

### IF\_R1/GSF2-1\_ADJS

这组接口为10路监视采样的模拟信号，接口参数见表6

表 6 IF\_R1/GSF2-1\_ADJS接口参数

| **序号** | **名称** | **描述** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 组标识 | IF\_R1/GSF2-1\_ADJS |  |
|  | 组名称 | 监视采样的模拟信号 |  |
|  | 数量 | 10 |  |
|  | 零位理论值 | 见表7 |  |
|  | 零位误差限 |  |
|  | 物理信号基波频率 |  |
|  | 采样率 |  |
|  | 采样值范围 |  |
|  | 理论对应关系 |  |
|  | 特殊要求 |  |

表 7 IF\_R1/GSF2-1\_ADJS接口参数列表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 硬件网络 | DSP端口 | 零位  理论值 | 采样值范围 | 监视  下限 | 监视  上限 | 理论对  应关系 | 备注 |
|  | **AGND** | **ADCINA4** | 无 | 0 | 0 | 50 | 定值0V |  |
|  | **U\_28V\_K** | **ADCINA5** | 无 | 0~4095 |  |  | 线性过0，  检测电压36V-> **U\_28V\_K=1.554V**  **对应码值3643** |  |
|  | **I\_28V\_K** | **ADCINA6** | 无 | 0~4095 |  |  | 线性过0，  检测电流4A-> I\_28V\_K =2.668V  对应码值2122 |  |
|  | **I\_MIN\_AD** | **ADCINB1** | 无 | 1292 | 1092 | 1492 | 定值0.947V |  |
|  | **REF1V5\_AD** | **ADCINB2** | 无 | 2048 | 1948 | 2148 | 定值1.5V |  |
|  | **Q5V\_SEN\_AD** | **ADCINB3** | 无 | 2276 | 2076 | 2476 | 定值1.667V |  |
|  | **IMAX\_SEN\_AD** | **ADCINB4** | 无 | 2758 | 2558 | 2958 | 定值2.02V |  |
|  | **REF2V5\_AD** | **ADCINB5** | 无 | 3413 | 3313 | 3513 | 定值2.5V |  |
|  | **SEN\_AVDD5V** | **ADCINB6** | 无 | 3413 | 3213 | 3613 | 定值2.5V |  |
|  | **SEN\_VCC5V** | **ADCINB7** | 无 | 3413 | 3213 | 3613 | 定值2.5V |  |

### IF\_R1/GSF2-1\_PWM

这组接口为三相逆变桥驱动PWM输出接口，接口参数见表8

表 8 IF\_R1/GSF2-1\_PWM接口参数

| **序号** | **名称** | **描述** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 组标识 | IF\_R1/GSF2-1\_PWM |  |
|  | 组名称 | 三相逆变桥驱动PWM输出 |  |
|  | 数量 | 6路 |  |
|  | 输出特性 | PWM占空比 |  |
|  | 特殊要求 | 1. 使用单极性斩波工作。 2. 对称三角形载波。 3. 斩波频率50kHz。 4. 输出高电平将使得对应的功率开关饱和导通，输出低电平将使得对应的功率开关截止关断。 5. 上管使用三角波峰值中心导通，下管使用三角波谷值中心导通。 |  |

### IF\_R1/GSF2-1\_RS422

这组接口为RS422全双工串行通讯接口，接口参数见表9

表 9 IF\_R1/GSF2-1\_RS422接口参数

| **序号** | **名称** | **描述** | | **备注** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 组标识 | IF\_R1/GSF2-1\_RS422 | |  |
|  | 组名称 | RS422全双工串行通讯接口 | |  |
|  | 数量 | 1 | |  |
|  | RS422\_TX SCI | TXDB |  | TX |
|  | RS422\_RX SCI | RXDB |  | RX |
|  | RS422\_DE | GPIO77 |  | DE |
|  | RS422\_RE | GPIO78 |  | RE |
|  | 特殊要求 |  | |  |

#### 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。

上位机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。

R1/GSF2-1\_CSCI\_ID\_RS422接口由DSP内嵌的SCI-B部件负责物理实现，SCI-B部件可实现异步串行通讯（UART），设置通讯波特率、奇偶校验位、起始位、停止位。同时具有独立的收、发FIFO缓冲区，且可以设置接收中断（建议FIFO半满，也可以设置发送中断（建议FIFO全空）。

接受控制器指令并反馈电机转速、母线电压、母线电流、温度、输出扭矩（计算值）等。

#### 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 10 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。

初始化及自检

伺服驱动器控制电先上电，进行伺服驱动器自检，自检正常后，反馈伺服驱动器自检正常，同时等待电机动力电上电（动力电上电与控制电上电根据不同流程，间隔3s～10min）。若控制电上电3s后，仍未完成自检，则判定控制电自检异常；若动力电供电3s后，仍未完成自检则判定动力电自检异常。

#### 参数配置

当初始化及自检正常后，收放控制器根据情况，向伺服驱动器发送参数配置指令，伺服驱动器接收到配置报文后，收放控制器从伺服驱动器的周期性报文中获取配置后的数据信息。在参数连续配置过程中，收放控制器发送的配置参数发生变化时，电机参数配置指令发送的同时指令帧计数需要加1.

收放控制器100ms未收到参数配置结果，重复发送，最多重复发送三次，三次均未受到判定异常。

#### 电机控制

在参数配置正常后，收放控制器向伺服驱动器发送控制指令，伺服驱动器接收到指令，控制电机执行运行、停止动作。电机将控制状态反馈给收放控制器。

#### 数据/指令内容

（1）收放控制器去伺服驱动器数据包

表 11 收放控制器去伺服驱动器数据包

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **名称** | **信号范围** | **当量/比例尺** | **类型** | **备注** |
| **1** | **帧头** | **55H** | **1** | **8位无符号整型** |  |
| **2** | **帧头** | **AAH** | **1** | **8位无符号整型** |  |
| **3** | **数据长度** | **17H** | **1** | **8位无符号整型** | **+8** |
| **4** | **指令字** | **定义见表3** | **1** | **16位无符号整型** |  |
| **5** | **工作模式** | **--** | **1** | **8位无符号整型** | **1：平时模式2：战时模式** |
| **6** | **转速** | **500～5000（RPM）** | **1** | **16位无符号整型** |  |
| **7** | **预留字** |  |  | **32位无符号整型** |  |
| **8** | **预留字** |  |  | **32位无符号整型** |  |
| **9** | **校验和** | **CheckSum** | **1** | **8位无符号整型** |  |

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

表 12 指令字定义

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **位序号** | **名称** | **定义** | **备注** |
| **1** | **电机参数配置** | **0x0C01** |  |
| **2** | **电机运行** | **0x0C02** |  |
| **3** | **电机停止** | **0x0C03** |  |

（2）伺服驱动器去收放控制器数据包

表 13 伺服驱动器去收放控制器数据包

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **名称** | **信号范围** | **当量** | **类型** | **备注** |
| **1** | **帧头** | **55H** | **--** | **8位无符号整型** |  |
| **2** | **帧头** | **AAH** | **--** | **8位无符号整型** |  |
| **3** | **数据长度** | **27H** | **--** | **8位无符号整型** | **29个字节** |
| **4** | **工作状态字** | **定义见表14** |  | **16位无符号整型** |  |
| **5** | **系统状态字1** |  |  | **16位无符号整型** | **备用** |
| **6** | **系统状态字2** |  |  | **16位无符号整型** | **备用** |
| **7** | **故障状态字** | **定义见表7** |  | **32位无符号整型** |  |
| **8** | **帧计数** | **[0,FFFFFFFFH]** |  | **32位无符号整型** | **从1开始，每周期20ms加1，可以作为“心跳信号”** |
| **9** | **电机给定转速** | **500～5000（RPM）** | **1** | **16位无符号整型** |  |
| **10** | **电机实际转速** | **0～6000（RPM）** | **1** | **16位无符号整型** |  |
| **11** | **母线电压** | **0～500（V）** | **1** | **16位无符号整型** |  |
| **12** | **母线电流** | **-100～100（A）** | **0.1** | **16位无符号整型（范围：32767±1000）** |  |
| **13** | **伺服驱动器温度** | **-40～210（℃）** | **1** | **8位无符号整型（偏置40）** |  |
| **14** | **电机温度** | **-40～210（℃）** | **1** | **8位无符号整型（偏置40）** |  |
| **15** | **软件版本号** | **0～9999** | **1** | **16位无符号整型** | **如软件版本号为1.02，表示为0102H** |
| **16** | **工作模式** | **--** | **1** | **8位无符号整型** | **1：平时模式2：战时模式** |
| **17** | **预留位** |  |  | **16位无符号整型** |  |
| **18** | **校验和** | **CheckSum** | **1** | **8位无符号整型** |  |

表 14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 15电机故障及警告信息

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **数值** | **错误名称** | **说明** |
| **1** | **00000000H** | **电机运行正常** | **共32位，b0～b31每位“1”表示发生保护/预警，“0”表示无保护/预警。**  **若同时发生多个保护或预警时，各保护/预警为“或”的关系** |
| **2** | **00000001H** | **电机温度过高保护** |
| **3** | **00000002H** | **驱动器温度过高保护** |
| **4** | **00000004H** | **母线电压欠压保护** |
| **5** | **00000008H** | **电机超速保护** |
| **6** | **00010000H** | **电机温度过高预警** |
| **7** | **00020000H** | **驱动器温度过高预警** |
| **8** | **00040000H** | **母线电压欠压预警** |
| **9** | **00080000H** | **电机超速预警** |  |

### IF\_R1/GSF2-1\_ECAP

这组接口为电机转子位置传感器信号输入接口，由1路3bit信号输入构成分别为ECAP1，ECAP2，ECAP3，接口参数见表16。

表 16 IF\_R1/GSF2-1\_ECAP接口参数

| **序号** | **名称** | **描述** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 组标识 | IF\_R1/GSF2-1\_ECAP |  |
|  | 组名称 | 电机转子位置传感器信号输入 |  |
|  | 数量 | 1 |  |
|  | 分辨率 | 3bit |  |
|  | 特殊要求 | Bit排序为（ECAP3，ECAP2，ECAP1）二进制时：   1. （111）和（000）是非法的，其余组合合法。 2. 电机正常旋转时，合法的变化顺序为：   （011）【3】→（001）【1】→（101）【5】  →（100）【4】→（110）【6】→（010）【2】  →（011）【3】→循环…… |  |

### IF\_R1/GSF2-1\_MXRJKZ

这组接口为母线输出控制接口，接口参数见表17

表 17 IF\_R1/GSF2-1\_MXRJKZ接口参数

| **序号** | **名称** | **描述** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 组标识 | IF\_R1/GSF2-1\_MXRJKZ |  |
|  | 组名称 | 母线输出控制 |  |
|  | 数量 | 1 |  |
|  | 分辨率 | 1bit |  |
|  | 特殊要求 | 1. 若为发生母线硬件过压，则输出1则母线开关饱和导通。 2. 若发生母线硬件过压，则母线开关截止关断，不受此接口控制。 3. 输出0则母线开关一定截止关断。 |  |

### IF\_R1/GSF2-1\_XFRJKZ

这组接口为泻放控制接口，接口参数见表18

表 18 IF\_R1/GSF2-1\_XFRJKZ接口参数

| **序号** | **名称** | **描述** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 组标识 | IF\_R1/GSF2-1\_XFRJKZ |  |
|  | 组名称 | 泻放控制 |  |
|  | 数量 | 1 |  |
|  | 分辨率 | 1bit |  |
|  | 特殊要求 | 1. 输出1则泻放开关饱和导通，进行泻放。 2. 若未发生母线硬件过压，则输出0泻放开关截止关断。 3. 若发生母线硬件过压，则泻放开关饱和导通，不受此接口控制。 |  |

使能控制输出

### IF\_R1/GSF2-1\_ENKZ

这组接口为使能控制接口，由1路2bit信号输出构成，分别是负逻辑：ENABLE\_3V3\_N和正逻辑ENABLE\_3V3\_P，接口参数见表19。

表 19 IF\_R1/GSF2-1\_ENKZ接口参数

| **序号** | **名称** | **描述** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 组标识 | IF\_R1/GSF2-1\_ENKZ |  |
|  | 组名称 | 使能控制 |  |
|  | 数量 | 1 |  |
|  | 分辨率 | 2bit |  |
|  | 特殊要求 | Bit排序为（ENABLE\_3V3\_P，ENABLE\_3V3\_N）时：   1. （1,0）将使能母线开关、泻放、6路PWM输出，使其接受对应的控制信号。 2. 其他组合将禁止母线开关、泻放、6路PWM输出的控制信号起作用，而使这些功率开关均处于截止关断状态。 |  |

霍尔信号输入

### IF\_R1/GSF2-1\_ERRCLR

这组接口为硬件故障清除输出接口，由1路1bit信号输出构成ERR\_CLR，接口参数见表20。

表 20 IF\_R1/GSF2-1\_ERRCLR接口参数

| **序号** | **名称** | **描述** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 组标识 | IF\_R1/GSF2-1\_ERRCLR |  |
|  | 组名称 | 硬件故障清除输出 |  |
|  | 数量 | 1 |  |
|  | 分辨率 | 1bit |  |
|  | 特殊要求 | 当发生硬件过流故障，系统进入“自检执行异常”状态，通过此信号输出上升沿可以尝试清除硬件故障的锁定，进而恢复工作。  上电时，由于信号建立过程的原因，将出现初始化的硬件过流故障，应当在初始化时进行硬件故障清。 |  |

看门狗喂狗输出

### IF\_R1/GSF2-1\_WDI

这组接口为看门狗喂狗输出接口，由1路1bit信号输出构成DSP\_WDI，接口参数见表21。

表 21 IF\_R1/GSF2-1\_WDI接口参数

| **序号** | **名称** | **描述** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 组标识 | IF\_R1/GSF2-1\_WDI |  |
|  | 组名称 | 看门狗喂狗输出 |  |
|  | 数量 | 1 |  |
|  | 分辨率 | 1bit |  |
|  | 特殊要求 | 外部看门芯片为TPS3813K33，可根据其数据手册及硬件设计确定看门狗的喂狗周期，及脉冲宽度。 |  |

### IF\_R1/GSF2-1\_ZDGCSC

这组接口为硬件调试协助输出接口，由1路8bit信号输入构成，接口参数见表22。

表 22 IF\_R1/GSF2-1\_ZDGCSC接口参数

| **序号** | **名称** | **描述** | | **备注** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 组标识 | IF\_R1/GSF2-1\_ZDGCSC | |  |
|  | 组名称 | 硬件调试协助输出 | |  |
|  | 数量 | 1 | |  |
|  | 分辨率 | 8bit | |  |
|  | 组成细节 | **ZDGC\_OUT1** | 建议用于PWM中断观测，进入PWM中断时输出低电平，中断返回时输出高电平 |  |
|  | **ZDGC\_OUT2** | 建议用于RS422接收中断观测，进入中断时输出低电平，中断返回时输出高电平 |  |
|  | **ZDGC\_OUT3** | 建议用于20ms 的RS422发送中断观测，进入中断时输出低电平，中断返回时输出高电平 |  |
|  | **ZDGC\_OUT4** | 建议用于控制策略周期中断观测，进入中断时输出低电平，中断返回时输出高电平 |  |
|  | **ZDGC\_OUT5** | 建议用于主循环观测，在时间相邻的两次主循环过程中，一次输出低电平，另一次输出高电平，循环往复。 |  |
|  | **ZDGC\_OUT6** | 建议用于PWM中断观测，进入PWM中断时输出低电平，中断返回时输出高电平 |  |
|  | **ZDGC\_OUT7** | 建议用于ECAP中断观测，进入ECAP中断时输出低电平，中断返回时输出高电平 |  |
|  | **ZDGC\_OUT8** | 建议用于SCI发送缓冲FIFO空中断观测，进入中断时输出低电平，中断返回时输出高电平 |  |
|  | 特殊要求 |  | |  |

### IF\_R1/GSF2-1\_RDBIT

这组接口为BIT回绕输入接口，由1路1bit信号输出构成DISABLE\_BIT，接口参数见表23。

表 23 IF\_R1/GSF2-1\_RDBIT接口参数

| **序号** | **名称** | **描述** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 组标识 | IF\_R1/GSF2-1\_RDBIT |  |
|  | 组名称 | BIT回绕输入 |  |
|  | 数量 | 1 |  |
|  | 分辨率 | 1bit |  |
|  | 特殊要求 | 使能控制输出的组合产生DISABLE信号放大后送至功率板，同相回绕供周期BIT检测。  在战时模式，检测结果只是通过串口报警，不进行保护。  在平时模式，检测结果既通过串口报警，也进行保护。 |  |

### IF\_R1/GSF2-1\_ERRFLAG

这组接口为硬件故障标识输入接口，由1路7bit信号输入构成，接口参数见表24。

表 24 IF\_R1/GSF2-1\_ERRFLAG接口参数

| **序号** | **名称** | **描述** | | **备注** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 组标识 | IF\_R1/GSF2-1\_ERRFLAG | |  |
|  | 组名称 | 硬件故障标识输入 | |  |
|  | 数量 | 1 | |  |
|  | 分辨率 | 7bit | |  |
|  | 组成细节 | **CV\_ERR\_3V3** | 硬件过流过压标识，1：正常，0：故障 |  |
|  | **OC\_FG\_3V3** | 硬件过流标识，1：正常，0：故障 |  |
|  | **VCC5V\_PG** | VCC5V电源正常标识，1：正常，0：故障 |  |
|  | **VCC3V3\_PG** | VCC3V3电源正常标识，1：正常，0：故障 |  |
|  | **VDD5V\_PG** | VDD5V电源正常标识，1：正常，0：故障 |  |
|  | **VCC1V9\_PG** | VCC1V9电源正常标识，1：正常，0：故障 |  |
|  | **OV\_FG\_3V3** | 硬件过压标识，1：正常，0：故障 |  |
|  | 特殊要求 |  | |  |

### IF\_R1/GSF2-1\_CONIN

这组接口为固定输入接口，由1路31bit信号输入构成，接口参数见表25。

表 25 IF\_R1/GSF2-1\_CONIN接口参数

| **序号** | **名称** | **描述** | | **备注** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 组标识 | IF\_R1/GSF2-1\_CONIN | |  |
|  | 组名称 | 固定输入接口 | |  |
|  | 数量 | 1 | |  |
|  | 分辨率 | 31bit | |  |
|  | 组成细节 | **GPIO10** | 27bit固定接于GND | |
|  | **GPIO11** |
|  | **GPIO14** |
|  | **GPIO52** |
|  | **GPIO53** |
|  | **GPIO58** |
|  | **GPIO61** |
|  | **GPIO66** |
|  | **GPIO69** |
|  | **GPIO70** |
|  | **GPIO71** |
|  | **GPIO72** |
|  | **GPIO73** |
|  | **GPIO74** |
|  | **GPIO75** |
|  | **GPIO76** |
|  | **GPIO79** |
|  | **GPIO38** |
|  | **GPIO34** |
|  | **GPIO36** |
|  | **GPIO46** |
|  | **GPIO47** |
|  | **GPIO80** |
|  | **GPIO81** |
|  | **GPIO82** |
|  | **GPIO83** |
|  | **GPIO39** |
|  | **GPIO84** | 4BIT固定接于高电平 | |
|  | **GPIO85** |
|  | **GPIO86** |
|  | **GPIO87** |
|  | 特殊要求 | 用于BIT | |  |

## 需求的优先顺序和关键性

在软件的角度看，全部需求同等重要。按对完成任务的影响，需求的优先顺序分为两类：高和低，关键性分为两类：关键、一般。分类见表26。

表 26 接口需求的优先顺序描述

| **序号** | **接口标识** | **输入/输出** | **优先顺序** | | **关键性** | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **高** | **低** | **关键** | **一般** |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ADIABC | 输入 | ● |  | ● |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ADDLVBUS | 输入 | ● |  | ● |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ADTEMP | 输入 |  | ● |  | ● |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ADJS | 输入 |  | ● |  | ● |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_PWM | 输出 | ● |  | ● |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_RS422 | 双向 | ● |  | ● |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ECAP | 输入 | ● |  | ● |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_MXRJKZ | 输出 | ● |  | ● |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_XFRJKZ | 输出 | ● |  | ● |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ENKZ | 输出 | ● |  | ● |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ERRCLR | 输出 |  | ● | ● |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_WDI | 输出 | ● |  | ● |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ZDGCSC | 输出 |  | ● |  | ● |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_RDBIT | 输入 |  | ● | ● |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ERRFLAG | 输入 |  | ● |  | ● |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_CONIN | 输入 |  | ● |  | ● |

# 合格性规定

本CSCI接口为嵌入式实时控制软件，运行于定制环境，需要使用示波器、逻辑分析仪、录波仪、信号发生器等配合软件开发的仿真器及仿真器配套的上位机软件，检查接口的合格性。

表 27 接口合格性方法

| **序号** | **接口标识** | **方法描述** |
| --- | --- | --- |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ADIABC | 部件测试时，使用可调恒流电源，给功率板上电流传感器施加预定电流，对线路中电流钳表的示值与软件部件发送至上位机的电流，误差小于±1A。 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ADDLVBUS | 配置项测试时，施加220V~400VDC母线电压，施加的母线电压（电压表的示值）与配置项测试时发送至上位机的数据对比，误差小于±5V |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ADTEMP | 部件测试时，使用PT1000配合加热台模拟电机温度；使用硬件同型号的热敏电阻引线外置，配合加热台模拟驱动器温度，同时使用热电偶测量PT1000、热敏电阻同位置的温度，对比热电偶显示温度与软件部件发送至上位机的温度，误差小于±3℃。 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ADJS | 审查:对接口实体、文档等进行目视检查。  单元测试时检查AD转换读值对应的电压与预计电压的差值。 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_PWM | 使用示波器检查输出，在配置项测试阶段实施。测试用例应当可发出50kHz频率50%占空比PWM信号。 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_RS422 | 与上位机通讯确认 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ECAP | 使用调试电机发出3路霍尔信号，确认由调试电机的霍尔信号频率获得的电机转速与配置项测试时发送至上位机的转速，误差小于±20rpm。 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_MXRJKZ | 单元测试时，使用示波器检查输出信号。 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_XFRJKZ | 单元测试时，使用示波器检查输出信号。 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ENKZ | 单元测试时，使用示波器检查输出信号。 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ERRCLR | 单元测试时，使用示波器检查输出信号。 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_WDI | 单元测试时，使用示波器检查输出信号。 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ZDGCSC | 配置项测试时，使用示波器检查输出信号。 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_RDBIT | 审查:对接口实体、文档等进行目视检查。  配置项测试时，对应IF\_R1/GSF2-1\_ENKZ的输出，检查本接口的读值。 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ERRFLAG | 审查:对接口实体、文档等进行目视检查。  配置项测试时，检查本接口的读值。 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_CONIN | 审查:对接口实体、文档等进行目视检查。  单元测试时，检查本接口的读值。 |

# 需求可追踪性

需求的可追踪性见表28和表29

表 28 正向需求追踪表

| **序号** | **研制任务书** | **接口需求规格** | **需求规格** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.KVFS | 接口标识 |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.KNFS |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.KMOD1 |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.KMOD2 |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.KIPUB1 |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.KIPUB2 |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.KIPUB3 |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.KIPUB4 |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.CSPZ1 |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.CSPZ2 |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.DJKZ1 |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.DJKZ2 |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.GZMS |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.JMS |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.DLDY |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.DLDL |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.RJGCH |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSMOD |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.CSFW |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.CFJFM |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.BHKZCL |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.PWMZQ |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.PWMJX |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.PWMZLXF |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.CSBH |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.DLDLYCFW |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.SSSXZDL |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.WSSXZDL |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.DLDYJCFW |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.DLQYYJBH |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.DLGYYJBH |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.DJWDJCFW |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.DJWDYJBH |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.QDQWDYJBH |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_WSDJHXKZ |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_RS422RXMOD |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_PUBIT |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_ZQBIT |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_WDI |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_FSMGK |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_HSDKZ |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_YJGYJC |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_YJGLJC |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_MNSRLB |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_IABCZJC |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_SUMIABC |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_DIXHXD |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_HEFFZHJC |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_HEFFZHBH |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_HESXFFBH |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_RS422RXHFJC |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_XCDL |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_DLYXBXZ |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_XCXTJS |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_QJBLXCZXZ |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_MOD.ZS |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_MOD.PS |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_STU.ZTZ |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_STUINI |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_STUFAULT |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_STUSTOP |  |  |  |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_STURUN |  |  |  |
|  | PM\_R1/GSF2-1\_RS422TSPT |  |  |  |
|  | PM\_R1/GSF2-1\_KZZQ |  |  |  |
|  | PM\_R1/GSF2-1\_KZSDZJHS |  |  |  |
|  | PM\_R1/GSF2-1\_DLSDZJHS |  |  |  |
|  | PM\_R1/GSF2-1\_FSRAMZYL |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ADIABC | 3.1.1 |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ADDLVBUS |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ADTEMP |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ADJS |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_PWM |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_RS422 |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ECAP |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_MXRJKZ |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_XFRJKZ |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ENKZ |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ERRCLR |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_WDI |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ZDGCSC |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_RDBIT |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ERRFLAG |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_CONIN |  |  |  |
|  | SX\_R1/GSF2-1\_TZ01 |  |  |  |
|  | SX\_R1/GSF2-1\_ECAP02 |  |  |  |
|  | SX\_R1/GSF2-1\_PWMTF03 |  |  |  |
|  | SX\_R1/GSF2-1\_5MSCOT04 |  |  |  |
|  | SX\_R1/GSF2-1\_RXMFULL05 |  |  |  |
|  | SX\_R1/GSF2-1\_20MSTX06 |  |  |  |
|  | SX\_R1/GSF2-1\_SCITXNUL07 |  |  |  |
|  | SX\_R1/GSF2-1\_MAIN08 |  |  |  |
|  | SF\_R1/GSF2-1\_INIT |  |  |  |
|  | SF\_R1/GSF2-1\_PUBIT |  |  |  |
|  | SF\_R1/GSF2-1\_PTBIT |  |  |  |
|  | SF\_R1/GSF2-1\_KZSF |  |  |  |
|  | SF\_R1/GSF2-1\_HXKZ |  |  |  |
|  | SF\_R1/GSF2-1\_ZSCL |  |  |  |
|  | SF\_R1/GSF2-1\_SCI\_RX |  |  |  |
|  | SF\_R1/GSF2-1\_SCI\_TX |  |  |  |
|  | SF\_R1/GSF2-1\_STUGL |  |  |  |
|  | SF\_R1/GSF2-1\_XCJD |  |  |  |
|  | SF\_R1/GSF2-1\_RJSJ |  |  |  |
|  | SF\_R1/GSF2-1\_WHILE |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_WLTXXY1 |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_WLTXXY2 |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_SJLLTXXY1 |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_SJLLTXXY2 |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_YYCXY1 |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_YYCXY2 |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_YYCXY3 |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_YYCXY4 |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_YYCXY5 |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_YYCXY6 |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_RS422RXGS |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_RS422RXZLDY |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_RS422TXGS |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_RS422TXWKZTDY |  |  |  |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_RS422TXERRZTDY |  |  |  |

逆向追踪

# 附录

* 1. **需求列表**

| **序号** | **需求标识** |  | **软件研制任务书对应章节** |
| --- | --- | --- | --- |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.KVFS | 控制器电压范围 | [4.1.1 直接功能要求](#_直接功能要求) |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.KNFS | 电机转速控制范围 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.KMOD1 | 控制方式1 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.KMOD2 | 控制方式2 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.KIPUB1 | 初始化及自检1 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.KIPUB2 | 初始化及自检2 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.KIPUB3 | 初始化及自检3 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.KIPUB4 | 初始化及自检4 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.CSPZ1 | 参数配置1 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.CSPZ2 | 参数配置2 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.DJKZ1 | 电机控制1 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.DJKZ2 | 电机控制2 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.GZMS | 工作模式 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.JMS | 停机模式 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.DLDY | 动力电源电压 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.DLDL | 动力电源电流 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.RJGCH | 软件工程化要求1 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSMOD | 测速方式 | [4.1.2 衍生功能要求](#_衍生功能要求) |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.CSFW | 测速范围 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.CFJFM | 除法前检查分母 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.BHKZCL | 转速闭环控制策略计算 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.PWMZQ | PWM斩波周期 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.PWMJX | PWM极性 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.PWMZLXF | 输出PWM增量限幅 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.CSBH | 超速保护 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.DLDLYCFW | 动力电电流检测范围 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.SSSXZDL | 升速时限制电流 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.WSSXZDL | 稳态时限制电流 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.DLDYJCFW | 动力电电压检测范围 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.DLQYYJBH | 母线电压欠压预警及保护 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.DLGYYJBH | 母线电压过压预警及泻放保护 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.DJWDJCFW | 电机温度检测范围 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.DJWDYJBH | 电机温度过高预警及保护 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_CSCI.QDQWDYJBH | 驱动器温度过高预警及保护 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_WSDJHXKZ | 无刷电机换相控制 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_RS422RXMOD | RS422接收上位机数据包方式 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_PUBIT | 上电自检 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_ZQBIT | 周期自检 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_WDI | 监视定时器清零 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_FSMGK | 状态机管理 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_HSDKZ | 母线缓上电控制 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_YJGYJC | 硬件故障过压检测 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_YJGLJC | 硬件过流检测 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_MNSRLB | 模拟输入信号滤波 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_IABCZJC | 三相桥臂电流信号零位检查 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_SUMIABC | 三相桥臂电流反馈和值检查 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_DIXHXD | 数字输入信号消抖 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_HEFFZHJC | 霍尔信号非法组合检查 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_HEFFZHBH | 霍尔信号组合非法保护 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_HESXFFBH | 霍尔信号时序非法保护 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_RS422RXHFJC | 输入数据包合法性检查 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_XCDL | 线程独立 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_DLYXBXZ | 周期线程独立运行比限制 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_XCXTJS | 线程之间心跳监视 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_QJBLXCZXZ | 全局变量写操作限制 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_MOD.ZS | 战时模式 | [4.1.3 工作模式定义](#_工作模式定义) |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_MOD.PS | 平时模式 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_STU.ZTZ | 工作状态字定义 | [4.1.4 工作状态字定义](#_工作状态字定义) |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_STUINI | 初始化 | [4.1.5 软件状态定义](#_软件状态定义)  [4.4.1 状态转换](#_状态转换) |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_STUFAULT | 故障保护 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_STUSTOP | 停止状态 |
|  | FT\_R1/GSF2-1\_STURUN | 运行状态 |
|  | PM\_R1/GSF2-1\_RS422TSPT | RS422发送上位机数据包周期 | [4.2.1 直接性能要求](#_直接性能要求) |
|  | PM\_R1/GSF2-1\_KZZQ | 转速闭环控制周期 | [4.2.2 衍生性能要求](#_衍生性能要求) |
|  | PM\_R1/GSF2-1\_KZSDZJHS | 控制电自检正常所需时间 |
|  | PM\_R1/GSF2-1\_DLSDZJHS | 动力电自检正常所需时间 |
|  | PM\_R1/GSF2-1\_FSRAMZYL | 存储器最大使用率 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ADIABC | AD转换器 | [4.3 输入/输出](#_输入/输出)  [4.3.1 输入/输出组成](#_输入/输出组成)  [4.3.2 输入/输出特性](#_输入/输出特性)  [4.5 接口](#_接口) |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ADDLVBUS |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ADTEMP |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ADJS |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_PWM | PWM输出 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_RS422 | RS422接口 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ECAP | ECAP捕获输入 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_MXRJKZ | 数字量输出 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_XFRJKZ |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ENKZ |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ERRCLR |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_WDI |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ZDGCSC |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_RDBIT | 数字量输 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_ERRFLAG |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_CONIN |
|  | SX\_R1/GSF2-1\_TZ01 | TZ故障 | [4.3.3 中断数量及线程优先级](#_中断数量及线程优先级) |
|  | SX\_R1/GSF2-1\_ECAP02 | ECAP捕获 |
|  | SX\_R1/GSF2-1\_PWMTF03 | PWM周期 |
|  | SX\_R1/GSF2-1\_5MSCOT04 | 5ms控制周期 |
|  | SX\_R1/GSF2-1\_RXMFULL05 | SCI接收缓冲区半满 |
|  | SX\_R1/GSF2-1\_20MSTX06 | 20ms周期RS422发送 |
|  | SX\_R1/GSF2-1\_SCITXNUL07 | SCI发送缓冲区空 |
|  | SX\_R1/GSF2-1\_MAIN08 | 主函数（非中断） |
|  | SF\_R1/GSF2-1\_INIT | 初始化 | [4.4.2 数据处理过程](#_数据处理过程) |
|  | SF\_R1/GSF2-1\_PUBIT | 上电自检 |
|  | SF\_R1/GSF2-1\_PTBIT | 周期自检 |
|  | SF\_R1/GSF2-1\_KZSF | 控制策略 |
|  | SF\_R1/GSF2-1\_HXKZ | 换相控制 |
|  | SF\_R1/GSF2-1\_ZSCL | 转速测量 |
|  | SF\_R1/GSF2-1\_SCI\_RX | 串口通讯接收 |
|  | SF\_R1/GSF2-1\_SCI\_TX | 串口通讯发送 |
|  | SF\_R1/GSF2-1\_STUGL | 状态机管理 |
|  | SF\_R1/GSF2-1\_XCJD | 线程相互监视 |
|  | SF\_R1/GSF2-1\_RJSJ | 软件升级 |
|  | SF\_R1/GSF2-1\_WHILE | 主循环 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_WLTXXY1 | 物理层通讯协议1 | [4.5.1.1 RS422接口协议](#_RS422接口协议) |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_WLTXXY2 | 物理层通讯协议2 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_SJLLTXXY1 | 数据链路层协议1 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_SJLLTXXY2 | 数据链路层协议2 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_YYCXY1 | 应用层协议1 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_YYCXY2 | 应用层协议2 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_YYCXY3 | 应用层协议3 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_YYCXY4 | 应用层协议4 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_YYCXY5 | 应用层协议5 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_YYCXY6 | 应用层协议6 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_RS422RXGS | 上位机发送至驱动器数据包格式 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_RS422RXZLDY | 上位机发送至驱动器数据包中指令字定义 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_RS422TXGS | 驱动器发往上位机数据包格式 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_RS422TXWKZTDY | 驱动器发往上位机数据包中工作状态字定义 |
|  | IF\_R1/GSF2-1\_RS422TXERRZTDY | 驱动器发往上位机数据包中电机故障及警告信息定义 |

# 注释

## 缩略语