|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 档号 |  |  | 编号 | 21C852-0\_CS\_XB\_V1.00 |
| 保管期限 |  |  | 密级 | 非密 |
|  |  |  | 阶段标记 | M |

|  |  |
| --- | --- |
| 名称 | 21C852-0电机控制器 |
|  | 软件系统测试报告 |

|  |  |
| --- | --- |
| 部门 | 控制工程部 |
| 编写 | 李 盛 202303xx |
| 校对 | 唐春茂 202306xx |
| 审核 | 曾庆军 202306xx |
| 会签 |  |
| 标审 |  |
| 批准 | 郑自伟 202306xx |

|  |
| --- |
| 贵州航天林泉电机有限公司 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 内容提要：  本文档说明了工作软件的系统测试结果。主要内容如下：测试结果概述、详细测试结果、测试记录及结果分析等。 | | | | |
| 主题词 | 21C852-0电机控制器软件，系统测试报告 | | | |
| 更改栏 | 更改单号 | 更改日期 | 更改人 | 更改办法 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

目 录

[1 范围 4](#_Toc144292599)

[1.1 标识 4](#_Toc144292600)

[1.2 系统概述 4](#_Toc144292601)

[1.3 文档概述 5](#_Toc144292602)

[2 引用文档 5](#_Toc144292603)

[3 测试结果概述 6](#_Toc144292604)

[3.1 对被测软件的总体评估 6](#_Toc144292605)

[3.2 被测软件基本信息 6](#_Toc144292606)

[3.3 测试结果评估 6](#_Toc144292607)

[3.3.1 文档方面 6](#_Toc144292608)

[3.3.2 测试环境的影响 7](#_Toc144292609)

[3.4 改进建议 7](#_Toc144292610)

[4 详细测试结果 7](#_Toc144292611)

[4.1 控制软件工作状态测试 7](#_Toc144292612)

[4.1.1 XB\_GN\_0001上电初始化 7](#_Toc144292613)

[4.1.2 XB\_GN\_0002上电自检功能 15](#_Toc144292614)

[4.1.3 XB\_GN\_0003 6路模拟量采集功能 17](#_Toc144292615)

[4.1.4 XB\_GN\_0005闭环调速功能 18](#_Toc144292616)

[4.1.5 XB\_GN\_005周期自检功能 19](#_Toc144292617)

[4.1.6 XB\_GN\_0006自保护停机功能 20](#_Toc144292618)

[4.1.7 XB\_GN\_0008通讯功能 20](#_Toc144292619)

[4.1.8 XB\_GN\_0008 硬线启停功能 26](#_Toc144292620)

[4.1.9 XB\_GN\_0009故障数据存储功能 27](#_Toc144292621)

[4.2 控制软件外部接口测试 27](#_Toc144292622)

[4.2.1 XB\_IN\_0001 6路模拟信号采集接口 27](#_Toc144292623)

[4.2.2 XB\_IN\_0002 28V启停信号 29](#_Toc144292624)

[4.2.3 XB\_IN\_0003 RS422通讯\_接收1 29](#_Toc144292625)

[4.2.4 XB\_IN\_0003 RS422通讯\_接收2 29](#_Toc144292626)

[4.2.5 XB\_IN\_0005 EEPROM读写 30](#_Toc144292627)

[4.2.6 XB\_OUT\_0001 RS422通讯\_发送接口1 30](#_Toc144292628)

[4.2.7 XB\_OUT\_0002 RS422通讯\_发送接口2 30](#_Toc144292629)

[4.2.8 XB\_OUT\_0003 PWM信号输出 30](#_Toc144292630)

[5 测试日志 30](#_Toc144292631)

[6 注释 30](#_Toc144292632)

21C852-0电机控制软件系统测试报告

# 范围

## 标识

21C852-0电机控制器软件是针对控制器驱动两路高温蝶阀电机、一路油泵电机功能开发的软件，对文档标识号、文档标题、术语和缩略语等定义如下。

1. 本文档的标识：21C852-0\_CS\_XB\_V1.00；
2. 本文档的标题：21C852-0电机控制器软件系统测试报告；

本文档中的术语和缩略语：

1. 软件：电机控制器软件；
2. 电机：高温蝶阀电机、油泵电机；
3. 适用系统：电机控制器控制系统。

## 系统概述

21C852-0电机控制器是XX项目两路高温蝶阀电机、一路油泵电机的驱动部件。21C852-0电机控制器软件嵌在控制器DSP中，接收发动机控制器下发的控制器指令，驱动电机按指令运行，并向发动机控制器实时上传控制器和电机的运行参数。系统结构框图见图 1。



图 1 系统结构框图

软件属于嵌入式实时系统软件，实现两路高温蝶阀电机、一路油泵电机的控制功能：1）软件执行上电自检功能，对系统运行的初始状态进行判断；2）采集各路模拟量，一方面用于闭环调速算法的数据输入，另一方面用于自保护功能的数据输入；3）具备自保护停机功能；4）接收发动机控制指令，实时上传电机的运行参数及故障检测信息；5）具备数据存储功能。

电机控制器设备交联图如图 2所示。



图 2 电机控制器设备交联图

电机控制器软件的需方：中国航天科技集团有限公司第六研究院xx所；

电机控制器软件的开发方：贵州航天林泉电机有限公司；

电机控制器软件的保障机构：贵州航天林泉电机有限公司质量管理部。

## 文档概述

该文档是软件的测试报告，文档中描述了测试结果、详细测试结果、CSCI级测试、系统级测试等内容，针对软件需求规格说明书中的需求，开展测试工作，其目的是评估软件开发与需求的符合性、软件使用的合法性，为软件完善提供依据。

# 引用文档

引用文档见表 1所示。

表 1 引用文档

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 文档编号、标识 | 文档标题 |
| 1 | QFv.G(33)06 | 项目管理程序 |
| 2 | GJB2786A-2009 | 军用软件开发通用要求 |
| 3 | GJB 438C-2021 | 军用软件开发文档通用要求 |
| 4 | 21C852-0\_XQ\_RW\_V1.00 | 软件任务书 |
| 5 | 21C852-0\_CS\_XC\_V1.00 | 系统测试说明 |

# 测试结果概述

## 对被测软件的总体评估

根据型号相关要求，21C852-0控制软件注释率75%，暂用硬件CPU存储空间的68.7%。

软件系统测试包括9个CSCI级测试、5个外部接口测试，具体见本文件4.1节。从测试结果看皆满足《21C852-0电机控制器需求规格说明》要求。

软件工作模式采用任务工作模式，不管在地面、任务中、测试中皆一致；通过相关的串口操作命令执行相关功能。软件对错误的指令不响应，保持前一次正确状态运行。

软件采取C语言进行开发，代码的开发遵循C语言的语法，对DSP的操作遵循器件的详细规范，软件采用模块化开发的思路，程序逻辑结构清晰。功能单元代码均被封装成函数，方便程序调用及管理维护。

整个软件需求、开发、配置、计划皆明确。对于目前阶段产品无遗留问题。

## 被测软件基本信息

表 2 被测软件基本信息

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 型号名称 | 21C852-0电机控制器 | 研制阶段 | M |
| 软件名称 | 21C852-0电机控制器软件 | 软件标识 | 21C852-CS\_XB\_V1.00 |
| 编程语言 | C语言 | 运行环境 | WINDOW 7 |
| 初测软件  版本 | V1.00 | 测试后软件版本 | V1.00 |

## 测试结果评估

### 文档方面

通过本次测试结果，文档方面评估如下：

1. 文档齐套，签署完整，编写符合GJB438C-2009的规范要求；
2. 文档之间内容描述一致，所有设计的功能、性能、接口等指标均可追溯；
3. 所有设计文档均完成了任务书中的各项要求，不存在遗漏项。
4. 程序方面：本次测试未发现问题。

### 测试环境的影响

按照《21C852-0电机控制器软件系统测试说明》中第3条中的测试准备中的要求进行环境搭建和软硬件准备，均满足系统测试的相关需求。

## 改进建议

在下阶段的活动过程中要严格按照软件工程化要求对软件进行管理，规范软件文档的编制，提高软件质量。

# 详细测试结果

系统测试有以下几个方法：1）通过串口的发送和接收的数据进行分析，得到测试结果，2）通过连仿真器在线仿真的方法，读取测试过程中变量的数据，3）借助示波器、三用表等计量工具，对信号进行测试，得到测试结果。

## 控制软件工作状态测试

### XB\_GN\_0001上电初始化

上电后，DSP进入初始化状态，初始化DSP系统时钟、中断和中断向量表、IO状态、外设以及电机控制参数等。完成DSP运行的各寄存器初始化，将输出引脚配置在正确的工作状态，初始化操作主要是初始化各变量参数、系统的时钟、中断向量表、SPI、SCI、ADC采样、EV事件管理器。

1. 初始化系统时钟
2. 初始化中断控制寄存器
3. 初始化中断向量表
4. 初始化SPI
5. 初始化SCI
6. 配置定时器T1中断，以及SCI发送和接收中断，CAP中断
7. 初始化EV寄存器
8. 初始化IO口输出
9. 初始化ADC寄存器

测试结果：①上电后，电机进入等待模式，满足要求；②复查电机代码，各功能模块的变量初始化如下：

1. 初始化时钟模块

实测值时钟模块对DSP的看门狗寄存器、锁相环寄存器、高速外设时钟预订标寄存器、低速外设时钟预订标寄存器、EVA模块时钟使能、EVB模块时钟使能、SCIA模块时钟使能、SCIB模块时钟使能、MCBSP模块时钟使能、SPI模块时钟使能、ECAN模块时钟使能、ADC模块时钟使能等寄存器进行实测值，输出元素见表 3。

表 3 时钟初始化实测值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 元素标识 | 描述 | 实测值 | 判断 |
| WDCR | 看门狗寄存器 | 0x0068 | 满足要求 |
| PLL\_CR | PLL控制寄存器,分频150MHz | 0x000A | 满足要求 |
| HISPCP | 高速外设时钟预分频寄存器 | 0x0001 | 满足要求 |
| LOSPCP | 低速外设时钟预分频寄存器 | 0x0002 | 满足要求 |
| EVAENCLK | EVA模块的高速外设时钟使能 | 1 | 满足要求 |
| EVBENCLK | EVB模块的高速外设时钟使能 | 1 | 满足要求 |
| SCIENCLKA | SCIA的低速外设时钟使能 | 1 | 满足要求 |
| SCIENCLKB | SCIB的低速外设时钟使能 | 1 | 满足要求 |
| MCBSPENCLK | MCBSP模块低速外设时钟使能 | 1 | 满足要求 |
| SPIENCLK | SPI的低速外设时钟使能 | 1 | 满足要求 |
| ECANENCLK | ECAN模块的低速外设时钟使能 | 1 | 满足要求 |
| ADCENCLK | ADC模块的高速外设时钟使能 | 1 | 满足要求 |

1. 初始化IO模块

实测值IO模块是对DSP的A、B、D、E、F、G的GPIO寄存器进行配置，输出元素见表 4。

表 4 IO模块初始化实测值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 元素标识 | 描述 | 实测值 | 判断 |
| GPAMUX | GPIOA功能选择控制寄存器 | 0x0700 | 满足要求 |
| GPADIR | GPIOA方向控制寄存器 | 0x0007F | 满足要求 |
| GPAQUAL | GPIOA输入限制寄存器 | 0x0000 | 满足要求 |
| GPADAT | GPIOA数据寄存器 | 0x0000 | 满足要求 |
| GXBMUX | GPIOB功能选择控制寄存器 | 0x0000 | 满足要求 |
| GXBDIR | GPIOB方向控制寄存器 | 0xFFFF | 满足要求 |
| GXBQUAL | GPIOB输入限制寄存器 | 0x0000 | 满足要求 |
| GXBSET | GPIOB置位寄存器 | 1 | 满足要求 |
| GPDMUX | GPIOD功能选择控制寄存器 | 0x0001 | 满足要求 |
| GPDDIR | GPIOD方向控制寄存器 | 0x0062 | 满足要求 |
| GPDQUAL.QUALPRD | GPIOD的QUALPRD输入限制 | 0x00FF | 满足要求 |
| GPDSET.GPIOD1 | Unlock的引脚置位 | 1 | 满足要求 |
| GPEMUX.XINT1\_XBIO\_GPIOE0 | XINT1\_XBIO\_GPIOE0配置为数字IO | 0 | 满足要求 |
| GPEMUX.XINT2\_ADCSOC\_GPIOE1 | XINT2\_ADCSOC\_GPIOE1配置为数字IO | 0 | 满足要求 |
| GPEMUX.XNMI\_XINT13\_GPIOE2 | XNMI\_XINT13\_GPIOE2配置为数字IO | 0 | 满足要求 |
| GPEDIR.GPIOE0 | CLKK时钟信号IO配置为输出 | 1 | 满足要求 |
| GPEDIR.GPIOE1 | SOO的IO配置为输出 | 1 | 满足要求 |
| GPEDIR.GPIOE2 | SII的IO配置为输入 | 0 | 满足要求 |
| GPEQUAL | GPIOE的输入限制寄存器 | 0x0000 | 满足要求 |
| GPFMUX.SPISIMOA\_GPIOF0 | SPISIMOA\_GPIOF0配置为数字IO | 0 | 满足要求 |
| GPFMUX.SPISOMIA\_GPIOF1 | SPISOMIA\_GPIOF1配置为数字IO | 0 | 满足要求 |
| GPFMUX.SPICLKA\_GPIOF2 | SPICLKA\_GPIOF2配置为数字IO | 0 | 满足要求 |
| GPFMUX.SPISTEA\_GPIOF3 | SPISTEA\_GPIOF3配置为数字IO | 0 | 满足要求 |
| GPFMUX.SCITXDA\_GPIOF4 | SCITXDA,特殊功能 | 1 | 满足要求 |
| GPFMUX.SCIRXDA\_GPIOF5 | SCIRXDA,特殊功能 | 1 | 满足要求 |
| GPFMUX.CANTXA\_GPIOF6 | OC过流IO配置为数字IO | 0 | 满足要求 |
| GPFMUX.CANRXA\_GPIOF7 | OL过载配置为数字IO | 0 | 满足要求 |
| GPFMUX.MCLKXA\_GPIOF8 | 运行使能配置为数字IO | 0 | 满足要求 |
| GPFMUX.MCLKRA\_GPIOF9 | 发电使能配置为数字IO | 0 | 满足要求 |
| GPFMUX.MFSXA\_GPIOF10 | GPIOF10配置为数字IO | 0 | 满足要求 |
| GPFMUX.MFSRA\_GPIOF11 | GPIOF11配置为数字IO | 0 | 满足要求 |
| GPFMUX.MDXA\_GPIOF12 | GPIOF12配置为数字IO | 0 | 满足要求 |
| GPFMUX.MDRA\_GPIOF13 | GPIOF13配置为数字IO | 0 | 满足要求 |
| GPFMUX.XF\_GPIOF14 | GPIOF14配置为数字IO | 0 | 满足要求 |
| GPFMUX.spare\_GPIOF15 | GPIOF15配置为数字IO | 0 | 满足要求 |
| GPFDIR | GPIOF方向控制寄存器 | 0x400E | 满足要求 |
| GPGMUX.SCITXDB\_GPIOG4 | SCITXDB,特殊功能 | 1 | 满足要求 |
| GPGMUX.SCIRXDB\_GPIOG5 | SCIRXDB,特殊功能 | 1 | 满足要求 |

1. 初始化中断模块

实测值中断模块清除DSP的中断使能寄存器和中断标志寄存器，输出的元素见表 5。

表 5 中断初始化实测值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 元素标识 | 描述 | 实测值 | 判断 |
| PIEIER1 | PIE中断使能寄存器1 | 0 | 满足要求 |
| PIEIER2 | PIE中断使能寄存器2 | 0 | 满足要求 |
| PIEIER3 | PIE中断使能寄存器3 | 0 | 满足要求 |
| PIEIER4 | PIE中断使能寄存器4 | 0 | 满足要求 |
| PIEIER5 | PIE中断使能寄存器5 | 0 | 满足要求 |
| PIEIER6 | PIE中断使能寄存器6 | 0 | 满足要求 |
| PIEIER7 | PIE中断使能寄存器7 | 0 | 满足要求 |
| PIEIER8 | PIE中断使能寄存器8 | 0 | 满足要求 |
| PIEIER9 | PIE中断使能寄存器9 | 0 | 满足要求 |
| PIEIER10 | PIE中断使能寄存器10 | 0 | 满足要求 |
| PIEIER11 | PIE中断使能寄存器11 | 0 | 满足要求 |
| PIEIER12 | PIE中断使能寄存器12 | 0 | 满足要求 |
| PIEIFR1 | PIE中断标志寄存器1 | 0 | 满足要求 |
| PIEIFR2 | PIE中断标志寄存器2 | 0 | 满足要求 |
| PIEIFR3 | PIE中断标志寄存器3 | 0 | 满足要求 |
| PIEIFR4 | PIE中断标志寄存器4 | 0 | 满足要求 |
| PIEIFR5 | PIE中断标志寄存器5 | 0 | 满足要求 |
| PIEIFR6 | PIE中断标志寄存器6 | 0 | 满足要求 |
| PIEIFR7 | PIE中断标志寄存器7 | 0 | 满足要求 |
| PIEIFR8 | PIE中断标志寄存器8 | 0 | 满足要求 |
| PIEIFR9 | PIE中断标志寄存器9 | 0 | 满足要求 |
| PIEIFR10 | PIE中断标志寄存器10 | 0 | 满足要求 |
| PIEIFR11 | PIE中断标志寄存器11 | 0 | 满足要求 |
| PIEIFR12 | PIE中断标志寄存器12 | 0 | 满足要求 |
| PIECRTL | PIE中断控制寄存器 | 1 | 满足要求 |
| PIEACK | PIE中断响应寄存器 | 0xFFFF | 满足要求 |

1. 初始化中断向量表模块

中断向量表模块的实测值见表 6。

表 6 中断向量表初始化实测值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 元素标识 | 描述 | 实测值 | 判断 |
| PieVectTable | PIE中断向量表 | PieVectTableInit | 满足要求 |

1. 初始化外设模块

外设模块是上电后，对DSP的CPU定时器、ADC、EVA、EVB、SCIA、SCIB等外设的寄存器进行配置，见表 7。

表 7 外设模块初始化实测值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 元素标识 | 描述 | 实测值 | 判断 |
| PRD | CPU定时器0周期寄存器 | 0xFFFFFFFF | 满足要求 |
| TPR | CPU定时器0预定标寄存器 | 0 | 满足要求 |
| TPRH | CPU定时器0预定标寄存器高位 | 0 | 满足要求 |
| TCR | CPU定时器0控制寄存器 | POL = 0;  TOG =0  TSS = 1  TRB = 1  FRCEN = 0  PWIDTH = 7  SOFT = 1  FREE = 1  TIE = 1 | 满足要求 |
| InterruptCount | CPU定时器0中断计数 | 0 | 满足要求 |
| CPUFreqInMHz | CPU定时器0时钟 | 150MHz | 满足要求 |
| PeriodInUSec | CPU定时器0周期 | 10us | 满足要求 |
| ADCTRL1 | ADC控制寄存器1 | 0x3220  SEQ\_CASC = 1  CONT\_RUN = 0  CPS = 0 | 满足要求 |
| ADCTRL3 | ADC控制寄存器3 | ADCBGRFDN=0x3 ADCPWDN = 1  SMODE\_SEL = 0  ADCCLKPS = 2 | 满足要求 |
| ADCTRL2 | ADC控制寄存器2 | INT\_ENA\_SEQ1 = 1 | 满足要求 |
| ADCMAXCONV | ADC最大转换通道数寄存器 | 0x000f | 满足要求 |
| ADCCHSELSEQ1 | ADC选择排序控制寄存器1 | CONV00 = 0x4  CONV01 = 0x3  CONV02 = 0x2  CONV03 = 0x1 | 满足要求 |
| ADCCHSELSEQ2 | ADC选择排序控制寄存器2 | CONV04 = 0x0  CONV05 = 0x8  CONV06 = 0x6  CONV07 = 0x7 | 满足要求 |
| ADCCHSELSEQ3 | ADC选择排序控制寄存器3 | CONV08 = 0x5  CONV09 = 0x5  CONV10 = 0x4  CONV11 = 0x3 | 满足要求 |
| ADCCHSELSEQ4 | ADC选择排序控制寄存器4 | CONV12 = 0x2  CONV13 = 0x1  CONV14 = 0x0  CONV15 = 0x8 | 满足要求 |
| EXTCONA | 扩展控制寄存器A | 0x0000 | 满足要求 |
| EXTCONB | 扩展控制寄存器B | 0x0000 | 满足要求 |
| EVAIMRA | EVA中断屏蔽寄存器A | T1PINT=1，定时器1周期中断使能，其余为0 | 满足要求 |
| EVAIMRB | EVA中断屏蔽寄存器B | 0x0000 | 满足要求 |
| EVAIMRC | EVA中断屏蔽寄存器C | CAP3INT=1，比较单元3比较单元使能，其余为0 | 满足要求 |
| EVAIFRA | EVA中断标志寄存器A | 0xFFFF | 满足要求 |
| EVAIFRB | EVA中断标志寄存器B | 0xFFFF | 满足要求 |
| EVAIFRC | EVA中断标志寄存器C | 0xFFFF | 满足要求 |
| EVBIMRA | EVB中断屏蔽寄存器A | 0x0000 | 满足要求 |
| EVBIMRB | EVB中断屏蔽寄存器B | 0x0000 | 满足要求 |
| EVBIMRC | EVB中断屏蔽寄存器C | 0x0000 | 满足要求 |
| EVBIFRA | EVB中断标志寄存器A | 0xFFFF | 满足要求 |
| EVBIFRB | EVB中断标志寄存器B | 0xFFFF | 满足要求 |
| EVBIFRC | EVB中断标志寄存器C | 0xFFFF | 满足要求 |
| DBTCONA | EVA无控制作用区定时控制器寄存器 | 0x0000 | 满足要求 |
| COMCONA | EVA比较控制器寄存器 | 0xC000 | 满足要求 |
| ACTRA. | EVA比较操作控制寄存器 | 0x0000 | 满足要求 |
| T1CNT | 定时器1计数寄存器 | 0x0000 | 满足要求 |
| T1PR | 定时器1周期寄存器 | 0x0400 | 满足要求 |
| T1CMPR | 定时器1比较寄存器 | 0 | 满足要求 |
| T1CON | 定时器1控制寄存器 | 0x1870 | 满足要求 |
| T2CNT | 定时器2计数寄存器 | 0x7FFF | 满足要求 |
| T2PR | 定时器2周期寄存器 | 0xFFFF | 满足要求 |
| T2CMPR | 定时器2比较寄存器 | 0 | 满足要求 |
| T2CON | 定时器2控制寄存器 | 0x1870 | 满足要求 |
| COMCONB | EVB比较控制器寄存器 | 0x0000 | 满足要求 |
| ACTRB | EVB比较操作控制寄存器 | 0x0000 | 满足要求 |
| DBTCONB | EVB无控制作用区定时控制器寄存器 | 0x0000 | 满足要求 |
| T4CNT | 定时器4计数寄存器 | 0x0000 | 满足要求 |
| T4PR | 定时器4周期寄存器 | 0x 0000 | 满足要求 |
| T4CON | 定时器4控制寄存器 | 0x0000 | 满足要求 |
| T3PR | 定时器3周期寄存器 | 0x0000 | 满足要求 |
| T3CMPR | 定时器3比较寄存器 | 0x0000 | 满足要求 |
| T3CNT | 定时器3计数寄存器 | 0x0000 | 满足要求 |
| T3CON | 定时器3控制寄存器 | 0x0000 | 满足要求 |
| CAPCONA | EVA捕获控制寄存器 | 0x9004 | 满足要求 |
| CAPFIFOA | EVA捕获FIFO状态寄存器 | CAP3FIFO=1 | 满足要求 |
| CAPFIFOB | EVB捕获控制寄存器 | 0x0000 | 满足要求 |
| CAPCONB | EVB捕获FIFO状态寄存器 | 0x0000 | 满足要求 |
| GPTCONA | EVA全局GP定时器控制寄存器 | 0x0000 | 满足要求 |
| GPTCONB | EVB全局GP定时器控制寄存器 | 0x0000 | 满足要求 |
| SciaRegs.SCICCR | SCIA通信控制寄存器 | 0x0007 | 满足要求 |
| SciaRegs.SCICTL1 | SCIA控制寄存器1 | 0x0023 | 满足要求 |
| SciaRegs.SCICTL2 | SCIA控制寄存器2 | RXBKINTENA=1  TXINTENA = 0 | 满足要求 |
| SciaRegs.SCIHBAUD | SCIA波特率寄存器高位 | 0x01 | 满足要求 |
| SciaRegs.SCILBAUD | SCIA波特率寄存器低位 | 0xE7 | 满足要求 |
| SciaRegs.SCIFFTX | SCIA FIFO发送寄存器 | TXFIFOXRESET=0  TXFIFOXRESET=1 | 满足要求 |
| SciaRegs.SCIFFRX | SCIA FIFO接收寄存器 | 0xE070 | 满足要求 |
| ScibRegs.SCICCR | SCIB通信控制寄存器 | 0x0007 | 满足要求 |
| ScibRegs.SCICTL1 | SCIB控制寄存器1 | 0x0023 | 满足要求 |
| ScibRegs.SCICTL2 | SCIB控制寄存器2 | RXBKINTENA=1  TXINTENA = 0 | 满足要求 |
| ScibRegs.SCIHBAUD | SCIB波特率寄存器高位 | 0x00 | 满足要求 |
| ScibRegs.SCILBAUD | SCIB波特率寄存器低位 | 0x79 | 满足要求 |
| ScibRegs.SCIFFTX | SCIB FIFO发送寄存器 | RXFIFORESET=0  RXFIFORESET=1 | 满足要求 |
| ScibRegs.SCIFFRX | SCIB FIFO接收寄存器 | 0xE070 | 满足要求 |

### XB\_GN\_0002上电自检功能

控制器在上电初始化完成后，在自检之前需配置控制器的初始工作状态，在检测270V电源电压大于180V后，执行以下操作：1）延时100ms±10ms接通驱动电源，2）再延时100ms±10ms接通浪涌抑制电路。

软件对270V电源电流、270V电源电压，AD通道、辅助电源、控制器温度、霍尔信号、EEPROM等进行自检。自检的策略为：连续执行5次自检，如果有1次不通过，则通过RS422总线，按照通讯协议上传对应的上电自检故障位至机上发动机控制器，其余未上传的故障位存储到EEPROM中。当出现270V电源电压、270V电源电流、控制器温度自检不通过，不允许启动电机。其余自检项目不通过，允许电机启动。

表 8 自检方法描述

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 自检项目 | 自检方法及故障判据 | 串口上报故障位 | 备注 |
| 270V电源电流 | 270V电源电流大于6A。 | / |  |
| 控制器温度 | 温度大于120℃。 | / |
| 270V电源电压 | 270V电源电压大于330V，认为不自检通过 | 串口上传数据第4字节的D0 |
| 270V电源电压小于190V，认为不自检通过。 | 串口上传数据第4字节的D1 |
| AD通道 | +1V基准源在+0.9V~+1.1V之间、+2V基准源在+1.9V~+2.1V之间。 | / |  |
| 辅助电源 | +28V电源电压大于33V，+12V模拟电源电压大于14V，-12V模拟电源电压大于-10V，+5V电源电压大于6V，任意一路电源电压范围不满足要求，认为自检不通过，上报过压自检故障。 | 串口上传数据第4字节的D2 |
| +28V电源电压小于23V，+12 V模拟电源电压小于10V；-12V模拟电源电压小于-14V，+5V电源电压小于4V，任意一路电源电压范围不满足要求，认为自检不通过，上报辅助电源欠压自检故障。。 | 串口上传数据第4字节的D3 |
| EEPROM | 在固定地址写入固定数据，再读取该地址上存储的数据，如果读取的数据与写入的数据一致，认为自检通过。如果不一致，认为自检不通过。 | 串口上传数据第4字节的D4 |
| DSP供电电源 | +3.3V电源电压大于3.9V，认为不自检通过，上报过压自检故障 | 串口上传数据第5字节的D0 |
| +3.3V电源电压小于2.7V，认为自检不通过，上报欠压自检故障 | 串口上传数据第5字节的D1 |
| +1.8V电源电压大于2.1V，认为自检不通过，上报过压自检故障 | 串口上传数据第5字节的D2 |
| +1.8V电源电压小于1.5V认为自检不通过，上报欠压自检故障 | 串口上传数据第5字节的D3 |

测试结果：给控制器通直流电270V，打开启动运行使能开关，电机进入电动模式,满足要求。

### XB\_GN\_0003模拟量采集功能

软件对模拟量进行采样，原始数据经过处理后，参与控制算法的计算及控制器的判故处理。采样的模拟量：

1. 28V电源电压；
2. 28V电源电流；
3. 270V电源电压；
4. 270V电源电流；
5. 控制器温度；
6. U相电流；
7. V相电流；
8. W相电流；

软件开辟了一个定时器中断Timer1，中断周期100us，进入中断后，先采集各路外部模拟量信号，考虑到电机的闭环调速控制，需采集28V电源电压、28V电源电流、270V电源电压、270V电源电流、控制器温度、U相电流、V相电流、W相电流。整个外部采样利用的是TMS320F28335芯片A/D采样A、B通道，考虑到不同信号频率响应，在软件中对不同模拟输入信号进行了不同深度的滤波，尽量保证电机强干扰下信号采样的准确性及动态响应。超范围的数据软件不做处理，并通过串口上报按检测数据对应的故障。

表 9 模拟信号采样处理

| 采样参数 | 采样周期 | 采样处理 | 滤波处理 |
| --- | --- | --- | --- |
| 28V电源电压 | 100us | 直接读取ADC结果寄存器 | 16次均值滤波 |
| 28V电源电流 | 100us | 直接读取ADC结果寄存器 | 减去电流采样的零点，求32次平均，再进行一阶平滑滤波 |
| 270V电源电压 | 100us | 直接读取ADC结果寄存器 | 16次均值滤波 |
| 270V电源电流 | 100us | 直接读取ADC结果寄存器 | 减去电流采样的零点，求32次平均，再进行一阶平滑滤波 |
| 控制器温度 | 100us | 直接读取ADC结果寄存器 | 求256次平均，再进行一阶平滑滤波 |
| U相电流 | 100us | 直接读取ADC结果寄存器 | 减去电流采样的零点，再进行一阶平滑滤波 |
| V相电流 | 100us | 直接读取ADC结果寄存器 | 减去电流采样的零点，再进行一阶平滑滤波 |
| W相电流 | 100us | 直接读取ADC结果寄存器 | 减去电流采样的零点，再进行一阶平滑滤波 |

整个外部采样利用的是TMS32F28335芯片A/D采样A、B通道，考虑到不同信号频率响应，在软件中对不同模拟输入信号进行了不同深度的滤波，尽量保证电机强干扰下信号采样的准确性及动态响应。

测试结果：所有采样参数的基本功能是为了监控产品的工作状态，并实现周期自检、自保护停机功能，其输出作为其他功能单元的数据输入。

1. 270V电源电压采样是为了系统的欠压、过压保护；
2. 270V电源电流采样是为了系统的母线过流保护；
3. 温度采样用于对整个产品运行的温度进行监控，对出现的过温故障进行保护。
4. 辅助电源电压采集主要用于欠压、过压保护。满足要求。

### XB\_GN\_0005闭环调速功能

闭环调速单元是软件的核心控制单元，该单元需运行在上电自检通过后的待机状态，在该状态下，软件在接收到启停控制指令后，通过转速闭环计算得到PWM输出信号，驱动电机运转。闭环调节通过PI计算实现，设定的转速为10500r/min，反馈的转速为计算得到的电机实际转速。电机的额定转速：10500r/min，稳速精度：±100r/min。在具体的实现上为速度换数字PI计算即可实现。

测试结果：

1. 电机的输出功率、供电电压、频率要满足以下要求表 10中的要求。

表 10 闭环调速指标要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 设定转速（r/min） | 要求输出功率(W) | 供电电压(V) |
| 10500 | ≥350 | 270 |

1. 转速精度需满足±100r/min的要求；
2. 产品额定工作电流不大于35A；
3. 启动电流≤7.5A;
4. 启动时间≤3S（从电机启动到额定转速的时间）。

### XB\_GN\_005周期自检功能

软件周期自检功能通过周期性(100us)采样电机运行关键参数，并根据参数的特性设置故障判断的周期和阈值。为降低故障检测的虚警率，对关键参数进行连续多次判断，在连续多次判断的周期内，如果有1次参数恢复正常，则重新开始判断连续故障时间。在未达到连续故障时间前，不置位故障标志。软件在检测到任一故障后，置位相应故障标志，并通过RS422串口将故障位，按通讯协议的上报要求发送到机上发动机控制器。

表 11 周期自检参数列表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 参数名称 | 检测周期 | 故障模式 | 串口故障上传位 | 连续故障时间 |
| 270V电源电压过压故障 | 100us | 电压大于330V | 串口上传数据第6字节的D0位 | 50ms±10% |
| 270V电源电压欠压故障 | 270V电源电压小于190V | 串口上传数据第6字节的D1位 | 200ms±10% |
| 辅助电源过压 | +28V电源电压大于33V，+12V模拟电源电压大于14V，-12V模拟电源电压大于-10V，+5V电源电压大于6V，任意一路电源电压范围不满足要求，即上报过压故障 | 串口上传数据第6字节的D2位 | 100ms±10% |
| 辅助电源欠压 | +28V电源电压小于23V，+12 V模拟电源电压小于10V；-12V模拟电源电压小于-14V，+5V电源电压小于4V，任意一路电源电压范围不满足要求，即上报欠压故障 | 串口上传数据第6字节的D3位 | 100ms±10% |
| 母线过流故障 | 270V电源电流均大于6A | 串口上传数据第6字节的D4位 | 6ms±10% |
| 控制器过温故障 | 控制器温度大于120℃（温度小于100℃时，清除故障位） | 串口上传数据第7字节的D5位 | 3S±10% |

测试结果：给控制器通电270V直流电压,满足要求。

### XB\_GN\_0006自保护停机功能

软件具备自保护停机功能，软件在周期自检中检测到母线过流故障、270V电源电压过压故障、270V电源电压欠压故障、控制器过温故障、转速异常故障后，电机开始停机，关断PWM信号输出，此时电机处于故障锁定状态，不响应启动指令信号，维持停转状态。若参数恢复正常10S±0.1后，允许电机重新启动。若一直故障，电机一直处于停转状态。

测试结果：由于控制器故障保护是在控制器、电机以及外部负载出现异常时出现，难以模拟，因此采用在软件中将故障判断参数设定为极限，查看故障标志发生变化。测试满足要求。

### XB\_GN\_0008通讯功能

RS422通讯接口用于软件与机上发动机控制器进行通讯，软件通过串口以10ms周期上传电机关键运行参数及BIT故障信息等。数据发送以中断的方式进行，通讯和数据传递的格式遵循《21C852-0电机控制器串口通讯协议》的相关规定。

RS422通讯接收接口用于软件接收地面维护设备的数据，并从接收的数据中解析出维护状态的操作指令，包括故障数据读取(0x56)、原位升级（0x5B）。该功能为地面维护功能，软件在接收到操作指令后，根据指令执行相应的操作。

测试结果：通讯数据准确，周期正常。数据格式满足下列要求。

软件接口数据遵循RS422，串口数据格式及定义如表 12所示：

表 12 串口格式定义

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 说明 | | | | | | 备注 |
| 串口发送特性 | 收发送帧数据周期：10ms；  收发的波特率：115200bps；  串口工作方式：RS422全双工；  最小信息单位：数据帧；  信息单位组成：11bit；  数据发送顺序：按照时间轴，从低位（LSB）到高位（MSB）；  帧格式组成如下： | | | | | |  |
| 1 | 2 | 3～8 | 9 | 10 | 11 |
| 起始位 | LSB | ------ | MSB | 校验位 | 停止位 |
| 0有效 | 数据位 | | | 奇校验 | 1有效 |

控制器通过RS422串口发送的数据定义如表 13、表 14、表 15所示。

表 3 点名自检帧定义表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 数据名称 | 数据类型 | 字节 | 定标系数 | 备注 |
| 1 | 帧头1 | Uint8 | 1 | / | 0xEB |
| 2 | 帧头2 | Uint8 | 1 | / | 0x90 |
| 3 | 帧类型 | Uint8 | 1 | / | 0xA0 |
| 4 | 帧计数 | Uint8 | 1 | / | 0~255 |
| 5 | 数据长度 | Uint8 | 1 | / | 1 |
| 6 | 数据区 | Uint8 | 1 | / | 保留，置0 |
| 7 | CRC | Uint16 | 2 | / | / |

表 4 自检响应帧

| 序号 | 数据名称 | 数据类型 | 字节 | 定标系数 | 备注 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 帧头1 | Uint8 | 1 | / | 0xEB |
| 2 | 帧头2 | Uint8 | 1 | / | 0x90 |
| 3 | 帧类型 | Uint8 | 1 | / | 0x50 |
| 4 | 帧计数 | Uint8 | 1 | / | 0~255 |
| 5 | 数据长度 | Uint8 | 1 | / | 8 |
| 6 | CPU状态 | Uint16 | 2 | / | CPU11：[1,0]  CPU12：[3:2]  CPU21：[5:4]  CPU22：[7:6]  CPU31：[9:8]  CPU32：[11:10]  保留：[15:12]  0：异常  1：正常 |
| 7 | 蝶阀1状态 | Uint8 | 1 | / | 状态：[1:0]  保留：[7:2]  0：异常  1：正常 |
| 8 | 蝶阀2状态 | Uint8 | 1 | / | 状态：[1:0]  保留：[7:2]  0：异常  1：正常 |
| 9 | 供电状态 | Uint8 | 1 | / | 28V1：[1:0]  28V2：[3:2]  270V1：[5:4]  270V2：[7:6]  0：异常  1：正常 |
| 10 | 软件版本 | Uint16 | 2 | / | 见表 5 |
| 11 | 研制单位 | Uint8 | 1 | / | 0xFA：林泉电机 |
| 12 | CRC | Uint16 | 2 | / | / |

表 5 软件版本格式定义

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 软件版本 | | 数据段 | | 产品发送第15、16字节 | | | |
| 字节 | 第22字节 | | | | | | | |
| 位 | D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |
| 定义 | 主版本号X(D7~D5)，0~7 | | | 修订版本号Z（D4~D0）:1~26表示A~Z | | | | |
| 字节 | 第23字节 | | | | | | | |
| 位 | D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |
| 定义 | 次版本号Y（D7~D0）:0~255 | | | | | | | |
| 软件版本组合格式 | X.Y.Z | | | | | | | |

表 6 控制指令帧

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 数据名称 | 数据类型 | 字节 | 定标系数 | 备注 |
| 1 | 帧头1 | Uint8 | 1 | / | 0xEB |
| 2 | 帧头2 | Uint8 | 1 | / | 0x90 |
| 3 | 帧类型 | Uint8 | 1 | / | 0xA1 |
| 4 | 帧计数 | Uint8 | 1 | / | 0~255 |
| 5 | 数据长度 | Uint8 | 1 | / | 5 |
| 6 | 指令码 | Uint8 | 1 | / | 表 8 |
| 7 | 指令参数 | Uint32 | 4 | / |
| 8 | CRC | Uint16 | 2 | / | / |

表 7 控制指令响应帧

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 数据名称 | 数据类型 | 字节 | 定标系数 | 备注 |
| 1 | 帧头1 | Uint8 | 1 | / | 0xEB |
| 2 | 帧头2 | Uint8 | 1 | / | 0x90 |
| 3 | 帧类型 | Uint8 | 1 | / | 0x51 |
| 4 | 帧计数 | Uint8 | 1 | / | 0~255 |
| 5 | 数据长度 | Uint8 | 1 | / | 5 |
| 6 | 指令码 | Uint8 | 1 | / | 表 8 |
| 7 | 指令参数 | Uint32 | 4 | / |
| 8 | CRC | Uint16 | 2 | / | / |

表 8 控制指令命令码与指令参数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 内容 | 命令码 | 参数 | 说明 |
| 1 | 电机启动 | 0x10 | 0xA5：启动蝶阀1  0xAA：启动蝶阀2  0x55：启动电动泵 |  |
| 2 | 电机停止 | 0x11 | 0x5A：停止蝶阀1  0x55：停止蝶阀2  0xA5：停止电动泵 |  |
| 3 | 蝶阀1角度设置 | 0x12 | 具体角度值 | 单精度，保留2位小数 |
| 4 | 蝶阀2角度设置 | 0x13 | 具体角度值 | 单精度，保留2位小数 |
| 5 | 电动泵转速设置 | 0x14 | 具体转速值 | 单精度，保留2位小数 |

表 9 遥测请求帧

| 序号 | 数据名称 | 数据类型 | 字节 | 定标系数 | 备注 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 帧头1 | Uint8 | 1 | / | 0xEB |
| 2 | 帧头2 | Uint8 | 1 | / | 0x90 |
| 3 | 帧类型 | Uint8 | 1 | / | 0xA2 |
| 4 | 帧计数 | Uint8 | 1 | / | 0~255 |
| 5 | 数据长度 | Uint8 | 1 | / | 1 |
| 6 | 数据区 | Uint8 | 1 | / | 保留 |
| 7 | CRC | Uint16 | 2 | / | / |

表 10 遥测响应帧

| 序号 | 数据名称 | 数据类型 | 字节 | 定标系数 | 备注 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 帧头1 | Uint8 | 1 | / | 0xEB |
| 2 | 帧头2 | Uint8 | 1 | / | 0x90 |
| 3 | 帧类型 | Uint8 | 1 | / | 0x52 |
| 4 | 帧计数 | Uint8 | 1 | / | 0~255 |
| 5 | 数据长度 | Uint8 | 1 | / | 48 |
| 6 | 驱动状态位 | Uint16 | 2 | / | 28V蝶阀1：[1:0]  28V蝶阀2：[3:2]  270V:[5:4]  00:驱动1、2全关  01：驱动1开、驱动2关  10：驱动1关、驱动2开  11：保留 |
| 7 | 蝶阀1实际角度 | Uint16 | 2 | 100 | 保留2位小数 |
| 8 | 蝶阀2实际角度 | Uint16 | 2 | 100 | 保留2位小数 |
| 9 | 电动泵实际角度 | Uint16 | 2 | / | 保留2位小数 |
| 10 | CPU1温度 | Uint16 | 2 | 100 | 保留2位小数 |
| 11 | CPU2温度 | Uint16 | 2 | 100 | 保留2位小数 |
| 12 | CPU3温度 | Uint16 | 2 | 100 | 保留2位小数 |
| 13 | 28V蝶阀1母线电压 | Uint16 | 2 | 100 | 保留2位小数 |
| 14 | 28V蝶阀2母线电压 | Uint16 | 2 | 100 | 保留2位小数 |
| 15 | 270V母线电压 | Uint16 | 2 | 100 | 保留2位小数 |
| 16 | 蝶阀1母线电流 | Uint16 | 2 | 100 | 保留2位小数 |
| 17 | 蝶阀2母线电流 | Uint16 | 2 | 100 | 保留2位小数 |
| 18 | 270V母线电流 | Uint16 | 2 | 100 | 保留2位小数 |
| 19 | 蝶阀1相电流A | Uint16 | 2 | 100 | 保留2位小数 |
| 20 | 蝶阀1相电流B | Uint16 | 2 | 100 | 保留2位小数 |
| 21 | 蝶阀1相电流C | Uint16 | 2 | 100 | 保留2位小数 |
| 22 | 蝶阀2相电流A | Uint16 | 2 | 100 | 保留2位小数 |
| 23 | 蝶阀2相电流B | Uint16 | 2 | 100 | 保留2位小数 |
| 24 | 蝶阀2相电流C | Uint16 | 2 | 100 | 保留2位小数 |
| 25 | 电动泵相电流A | Uint16 | 2 | 100 | 保留2位小数 |
| 26 | 电动泵相电流B | Uint16 | 2 | 100 | 保留2位小数 |
| 27 | 电动泵相电流C | Uint16 | 2 | 100 | 保留2位小数 |
| 28 | 故障状态字 | Uint32 | 4 | / | 蝶阀1 28V过压：[0]  蝶阀2 28V过压：[1]  270V过压：[2]  蝶阀1 28V欠压：[3]  蝶阀2 28V欠压：[4]  270V欠压：[5]  蝶阀1 28V过流：[6]  蝶阀2 28V过流：[7]  270V过流：[8]  蝶阀1硬件保护：[9]  蝶阀2硬件保护：[10]  电动泵硬件保护：[11]  蝶阀1软件限位：[12]  蝶阀2软件限位：[13]  电机旋变1超限：[14]  电机旋变2超限：[15]  机组旋变超限：[16]  泵旋变超限：[17]  保留：[31:18]  0：异常  1：正常 |
| 29 | CRC | Uint16 | 2 | / | / |

## 控制软件外部接口测试

### XB\_IN\_0001模拟信号采集接口

内部模拟信号采集分别为控制器温度、28V电源电流、28V电源电压、270V电源电流、270V电源电压、三相电流等。采用定时器中断触发采样，采样周期100us。该接口采集的数据一方面参与到闭环调速控制，另一方面用作实时保护（运行报警和自保护停机），并通过RS422串口发送给上位机控制器。

1. 控制器温度

* 标识号：ADC；
* 描述：采集1路模拟量；
* 单位：摄氏度(℃)；
* 极限值/值域：-55℃～+125℃；
* 精度：±3℃；

1. 28V电源电流

* 标识号：ADC；
* 描述：采集1路模拟量；
* 单位：安培 (A)；
* 极限值/值域：0A～+10A；
* 精度：±1A；

1. 28V电源电压

* 标识号：ADC；
* 描述：采集1路模拟量；
* 单位：伏特(V)；
* 极限值/值域：0V～+30V；
* 精度：±3V；

1. 270V电源电流

* 标识号：ADC；
* 描述：采集1路模拟量；
* 单位：安培 (A)；
* 极限值/值域：0A～+10A；
* 精度：±1A；

1. 270V电源电压

* 标识号：ADC；
* 描述：采集1路模拟量；
* 单位：伏特(V)；
* 极限值/值域：0V～+300V；
* 精度：±3V；

1. U相电流

* 标识号：ADC；
* 描述：采集1路模拟量；
* 单位：安培(A)；
* 极限值/值域：-10A～+10A；
* 精度：±1A。

1. V相电流

* 标识号：ADC；
* 描述：采集1路模拟量；
* 单位：安培(A)；
* 极限值/值域：-10A～+10A；
* 精度：±1A

1. W相电流

* 标识号：ADC；
* 描述：采集1路模拟量；
* 单位：安培(A)；
* 极限值/值域：-10A～+10A；
* 精度：±1A。

表 16 模拟量输入数据描述

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 输入来源 | 名称 | 用途 | 格式 | 数量 | 频率 | 值域 | 单位 | 精度 | 接收方法 |
| 测温电阻 | 控制器  温度 | 用作实时保护，并通过RS422串口发送给发动机控制器 | AD | 1路 | 100us | -55～+125 | ℃ | 3 | 通过DSP的AD口采集 |
| 测温电阻 | 电机温度 | 1 | 100us | -55～+125 | ℃ | 3 |
| 电流  传感器 | 270V电源电流 | 1路 | 100us | 0～+50 | A | 1 |
| 机上或地面电源 | 270V电源电压 | 1路 | 100us | 0～+330 | V | 3 |
| 电流  传感器 | A相电流 | 1路 | 100us | -50A～+50 | A | 1 |
| 电流  传感器 | C相电流 | 1路 | 100us | -50A～+50 | A | 1 |

测试结果:测试结果满足要求。通过使用示波器及万用表测试，测试满足要求。

### XB\_IN\_0003RS422通讯\_接收1

RS422通讯\_接收接口用于软件接收地面维护设备的数据，并从接收的数据中解析出维护状态的操作指令，包括故障数据读取(0x56)。该功能为地面维护功能，软件在接收到操作指令后，根据指令执行相应的操作。

测试结果:测试结果满足要求。

### XB\_IN\_0003RS422通讯\_接收2

RS422通讯\_接收接口用于软件接收地面维护设备的数据，并从接收的数据中解析出维护状态的操作指令，包括故障数据读取(0x56)。该功能为地面维护功能，软件在接收到操作指令后，根据指令执行相应的操作。

测试结果:测试结果满足要求。

### XB\_IN\_0003RS422通讯\_接收3

RS422通讯\_接收接口用于软件接收地面维护设备的数据，并从接收的数据中解析出维护状态的操作指令，包括故障数据读取(0x56)。该功能为地面维护功能，软件在接收到操作指令后，根据指令执行相应的操作。

测试结果:测试结果满足要求。

### XB\_OUT\_0001RS422通讯\_发送接口1

RS422通讯接口用于软件与发动机控制器进行通讯，软件通过串口以10ms周期上传电机关键运行参数、故障信息。

测试结果:测试结果满足要求。通过上位机察看，满足要求。

### XB\_OUT\_0002RS422通讯\_发送接口2

RS422通讯接口用于软件与发动机控制器进行通讯，软件通过串口以100ms周期上传电机关键运行参数、故障信息。

测试结果:测试结果满足要求。通过上位机察看，满足要求。

### XB\_OUT\_0002RS422通讯\_发送接口3

RS422通讯接口用于软件与发动机控制器进行通讯，软件通过串口以100ms周期上传电机关键运行参数、故障信息。

测试结果:测试结果满足要求。通过上位机察看，满足要求

### XB\_OUT\_0003PWM信号输出

软件在接收到控制指令后，采集电机的霍尔位置信号，执行闭环调速后，输出6路PWM信号，输出的PWM信号频率为10K，该信号在经过驱动放大后，驱动电机运行。

测试结果:测试结果满足要求。示波器测试满足要求。

# 测试日志

无

# 注释

无