1. 前言

综合电子（以下简称“水色仪综合电子”）单检台是为了进行水色仪综合电子单机的功能测试、性能测试、自检、问题排查、试验等任务研制的单机级测试设备。

根据水色仪综合电子单机的功能要求、性能要求、测试覆盖性要求以及单机研制过程的需求，本文对相机研制过程中需使用的单检台提出技术要求。

同时本技术要求适用于电性、鉴定、正样研制阶段。

1. 引用文件

|  |  |
| --- | --- |
|  | 水温水色扫描仪综合电子研制技术要求 |
|  | HY-3A卫星设计与建造规范 |
|  | 相机星务与水色仪综合电子的数据约定  水色仪内部二级CAN总线通信协议 |

1. 设备的组成

单检台组成如下表所示：

**表3-1单检台功能组件列表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **组件名称** | **功能描述** | **数量** |
| 星上电源模拟组件 | 提供综合电子一次电源1（含一次电源转出），输出电压可调，范围包含0V~50V，输出功率不小于500W。 | 1 |
| 提供综合电子一次电源2（含一次电源转出），输出电压可调，范围包含0V~50V，输出功率不小于2000W。（可与一次电源1复用） |
| 星务模拟组件 | 模拟直接指令（4条）发送功能。  模拟直接AN量遥测（7条）接收功能。  模拟星务CAN总线主节点功能（A、B总线，2套独立可控）。  模拟星务秒脉冲信号发送功能（主A、主B、备A、备B，4路独立可控）。 | 1 |
| CPU电路负载模拟组件 | 模拟内部二级CAN总线从节点功能（A、B总线，2套独立可控）。 | 1 |
| 模拟内部秒脉冲接收功能（8路，独立可控）。 |
| 模拟内部SPI总线从节点功能（4线制，A、B总线，2套独立可控）。 |
| 指令遥测电路负载模拟组件 | 模拟相机内部开关指令（64条）接收功能。 | 1 |
| 模拟本地遥测AN量（96条）发送功能。 |
| 模拟内部SPI总线主节点功能（4线制，A、B总线，2套独立可控）。 |
| 测控温电路负载模拟组件 | 热控设备的240路控温功能。 | 1 |
| 热控设备的276路常规测温功能。 |
| 热控设备的12路精密测温功能。 |
| 控制终端 | WIN7以上操作系统计算机。 | 1 |
| 显示器 | 不小于24寸LCD/宽屏。 | 2 |

单检台与水色仪综合电子的连接关系如下图所示：



图3-1单检台、热控模拟负载与水色仪综合电子连接示意图

配套电缆需要根据综合电子的功能模块划分及对外接插件设计，并考虑单检台的模块划分来设计。为便于模块的扩展和电缆的设计，建议单检台的模块划分与综合电子的模块划分保持一致。综合电子的接插件型号如表3所示，点号详见IDS。

表3 水色仪综合电子对外电连接器定义

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **编号** | **接口内容** | **针/孔** | **接插件类型** | **功能** | **所属单板** |
| X01 | 星务CAN总线1 | 座针 | J14A-9ZJ1B | 星务CAN总线1 | CPU电路主份 |
| X02 | 星务CAN总线转接1 | 座针 | J14A-9ZJ1B | 星务CAN总线转接1 |
| X03 | 二级CAN总线 | 座孔 | J30JHP9ZKWBN10-SBT | 二级CAN总线 |
| X04 | GPS秒脉冲转出（主） | 座针 | J30JHP51TJWBN10-SBT | GPS秒脉冲转出（主） |
| X05 | 星务秒脉冲 | 座孔 | J30JHP51ZKWBN10-SBT | 星务秒脉冲 |
| X06 | 星务CAN总线2 | 座针 | J14A-9ZJ1B | 星务CAN总线2 | CPU电路备份 |
| X07 | 星务CAN总线转接2 | 座针 | J14A-9ZJ1B | 星务CAN总线转接2 |
| X08 | 二级CAN总线 | 座孔 | J30JHP9ZKWBN10-SBT | 二级CAN总线 |
| X09 | 秒脉冲转出（备） | 座针 | J30JHP51TJWBN10-SBT | 秒脉冲转出（备） |
| X10 | 间接指令与遥测1 | 座针 | J30JHP51TJWBN10-SBT | 1~8路指令、1~12路AN | 指令遥测电路1 |
| X11 | 间接指令与遥测2 | 座针 | J30JHP51TJWBN10-SBT | 9~16路指令、13~24路AN |
| X12 | 间接指令与遥测3 | 座针 | J30JHP51TJWBN10-SBT | 17~24路指令、25~36路AN |
| X13 | 间接指令与遥测4 | 座针 | J30JHP51TJWBN10-SBT | 25~32路指令、37~48路AN |
| X14 | 间接指令与遥测5 | 座针 | J30JHP51TJWBN10-SBT | 33~40路指令、49~60路AN | 指令遥测电路2 |
| X15 | 间接指令与遥测6 | 座针 | J30JHP51TJWBN10-SBT | 41~48路指令、61~72路AN |
| X16 | 间接指令与遥测7 | 座针 | J30JHP51TJWBN10-SBT | 49~56路指令、73~84路AN |
| X17 | 间接指令与遥测8 | 座针 | J30JHP51TJWBN10-SBT | 57~64路指令、85~96路AN |
| X18 | 测温1 | 座针 | J30JHP51TJWBN10-SBT | 1~23路测温 | 测控温电路1 |
| X19 | 测温2 | 座针 | J30JHP51TJWBN10-SBT | 24~46路测温 |
| X20 | 控温1 | 座孔 | J30JHP51ZKWBN10-SBT | 1~20路控温（安全开关1） |
| X21 | 控温2 | 座孔 | J30JHP51ZKWBN10-SBT | 21~40路控温（安全开关2） |
| X22 | 测温3 | 座针 | J30JHP51TJWBN10-SBT | 47~69路测温 | 测控温电路2 |
| X23 | 测温4 | 座针 | J30JHP51TJWBN10-SBT | 70~92路测温 |
| X24 | 控温3 | 座孔 | J30JHP51ZKWBN10-SBT | 41~60路控温（安全开关3） |
| X25 | 控温4 | 座孔 | J30JHP51ZKWBN10-SBT | 61~80路控温（安全开关4） |
| X26 | 测温5 | 座针 | J30JHP51TJWBN10-SBT | 93~115路测温 | 测控温电路3 |
| X27 | 测温6 | 座针 | J30JHP51TJWBN10-SBT | 116~138路测温 |
| X28 | 控温5 | 座孔 | J30JHP51ZKWBN10-SBT | 81~100路控温（安全开关5） |
| X29 | 控温6 | 座孔 | J30JHP51ZKWBN10-SBT | 101~120路控温（安全开关6） |
| X30 | 测温7 | 座针 | J30JHP51TJWBN10-SBT | 139~161路测温 | 测控温电路4 |
| X31 | 测温8 | 座针 | J30JHP51TJWBN10-SBT | 162~184路测温 |
| X32 | 控温7 | 座孔 | J30JHP51ZKWBN10-SBT | 121~140路控温（安全开关7） |
| X33 | 控温8 | 座孔 | J30JHP51ZKWBN10-SBT | 141~160路控温（安全开关8） |
| X34 | 测温9 | 座针 | J30JHP51TJWBN10-SBT | 185~207路测温 | 测控温电路5 |
| X35 | 测温10 | 座针 | J30JHP51TJWBN10-SBT | 208~230路测温 |
| X36 | 控温9 | 座孔 | J30JHP51ZKWBN10-SBT | 161~180路控温（安全开关9） |
| X37 | 控温10 | 座孔 | J30JHP51ZKWBN10-SBT | 181~200路控温（安全开关10） |
| X38 | 测温11 | 座针 | J30JHP51TJWBN10-SBT | 231~253路测温 | 测控温电路6 |
| X39 | 测温12 | 座针 | J30JHP51TJWBN10-SBT | 254~276路测温 |
| X40 | 控温11 | 座孔 | J30JHP51ZKWBN10-SBT | 201~220路控温（安全开关11） |
| X41 | 控温12 | 座孔 | J30JHP51ZKWBN10-SBT | 221~240路控温（安全开关12） |
| X42 | 一次电源输入 | 座孔 | J6W-25B01JNMB1A0N | 一次电源输入 | 管理配电及DC电路 |
| X43 | 直接遥测输出 | 座孔 | J14A-38ZK1B | 直接遥测输出 |
| X44 | 直接指令 | 座孔 | J14A-15ZK1B | 直接指令 |
| X45 | 一次电源转出 | 座孔 | J6W-50D01KNMB1A0N | 一次电源转出 |
| X46 | 热控电源输入 | 座针 | J6W-25B01J1NMB | DC42V电源2 | 母板电路 |

1. 设计要求

4.1单检台基本功能要求

综合电子单检台星务模拟模块与水色仪综合电子相连，基本功能要求见下表。

**表4-1单检台基本功能要求**

|  |  |
| --- | --- |
| 序号 | 功能 |
|  | 模拟星上电源为水色仪综合电子提供一次电源（45.5V），输出电压可调范围包含0V~60V区间。 |
|  | 模拟星务平台向水色仪综合电子发送直接指令。 |
|  | 模拟星务平台采集水色仪综合电子反馈的直接遥测AN量，并进行A/D量化。 |
|  | 按照《HY-3A卫星星务与水色仪数据约定》，模拟星务平台与水色仪综合电子间星务CAN总线的通讯功能，包括：   1. 向水色仪综合电子发送星务指令； 2. 接收水色仪综合电子返回的遥测数据； 3. 向水色仪综合电子发送广播数据； 4. 通过控制界面进行A、B总线切换。 |
|  | 模拟星务平台向水色仪综合电子发送星务秒脉冲信号。 |
|  | 按照《水色仪内部二级CAN总线通信协议》，模拟相机分系统内部其他单机与综合电子间内部二级CAN总线的通讯功能，包括：   1. 接收水色仪综合电子发送的间接指令； 2. 通过控制界面向水色仪综合电子返回遥测数据； 3. 接收水色仪综合电子发送的广播数据； 4. 通过控制界面进行A、B总线切换。 |
|  | 模拟视频单机（可见、红外），接收水色仪综合电子发送的内部秒脉冲信号。 |
|  | 按照《内部SPI总线通信协议》，作为从节点，模拟综合电子内部其他单板与CPU电路间内部SPI总线的通讯功能，包括：   1. 接收CPU电路发送的间接指令； 2. 通过控制界面向CPU电路返回遥测数据。 |
|  | 模拟相机分系统内部其他单机的继电器，接收水色仪综合电子发送的相机内部开关指令。 |
|  | 模拟相机分系统内部其他单机，向水色仪综合电子输出本地AN量遥测模拟量。 |
|  | 按照《内部SPI总线通信协议》，作为主节点，模拟CPU电路与综合电子内部其他单板间内部SPI总线的通讯功能，包括：   1. 模拟CPU电路发送间接指令； 2. 在控制界面上显示返回的遥测数据。 |

4.2单检台上位机操作界面功能要求

单检台上位机操作界面需提供以下功能：

1. 控制一次电源通断，并监控其电压、电流。提供自动断电功能，断电电流阈值可设置，默认值3A。
2. 提供发送直接指令界面，指令脉冲宽度可调，默认值为160ms±10ms，显示指令脉冲宽度检测结果。直接指令界面具备指令互斥功能，在主份加电的情况下，将备份加、断电禁止，反之亦然。
3. 提供监测直接AN量遥测界面，显示遥测数据。
4. 提供星务CAN总线星务指令和广播数据发送界面，以及星务CAN总线接收数据界面，A、B总线可切换。指令代码和广播数据可自动生成，可批处理执行。对于星务CAN总线接收数据，依据约定的总线通信协议提取后，在界面上分类显示。
5. 提供星务秒脉冲发送界面，4路星务秒脉冲发送可任意组合，可设置多路星务秒脉冲同时发送。
6. 提供8路内部秒脉冲信号监控界面，分别显示每路内部秒脉冲相对于星务秒脉冲发送的接收延时。
7. 提供内部二级CAN总线监控界面，显示内部二级CAN总线上收到的指令和广播数据内容，可设置内部二级CAN总线应答数据，A、B总线可切换。星务CAN总线指令应答内容可自动生成，可批处理执行，可自动应答。
8. 提供程序上注和参数上注界面，可依据上注源文件自动生成上注数据包，可批处理执行。
9. 提供设置内部SPI总线主节点指令发送界面，SPI总线的门控信号长度和总线时钟速率可调，指令数据可自动生成，可批处理执行。
10. 提供设置内部SPI总线从节点应答数据发送界面，应答数据可自动生成，可批处理执行，可自动应答。
11. 提供监测7（64？）条内部开关指令量界面，分别显示每路接收到的内部开关指令数据。
12. 提供96条本地AN量遥测电压设置界面，每路电压值单独设置，可批量自动生成，可批处理执行，可自动应答。
13. 提供监测240路控温驱动信号界面，可分别预置每路控温阈值，分别显示每路接收到的控温驱动信号内容和控温延时数据，以及加热回路通断状态。
14. 提供12路精密测温TH量电压设置界面，每路电压值单独设置，可批量自动生成，可批处理执行，可自动应答。
15. 提供276路常规测温TH量电压设置界面，每路电压值和偏移量可单独设置，可批量自动生成，可批处理执行，可自动应答。
16. 提供相机工作流程执行界面，可按预定指令和参数，自动执行相机工作流程，显示并记录每步流程执行的指令和返回的数据，可输出测试报表。

4.3自动化测试功能

标准测试流程梳理，各种测试项目组合测试。

4.3.1直接AN量遥测自动判读功能

单检台实时监控直接AN量遥测数据，可选择以报表形式输出测试结果。对于超出正常范围的直接AN量遥测数据，上位机界面报警显示，报警判据可设置，并提示错误类型，且在输出的测试结果报表中突出显示。

4.3.2星务CAN总线与内部二级CAN总线闭环测试功能

星务CAN总线和内部二级CAN总线均可外接监视器，做实时监控。

单检台依据约定的总线通信协议，自动比对星务CAN总线发送的星务指令和内部二级CAN总线收到的转发指令，显示比对结果。指令和广播发送时间间隔可任意设置。

单检台依据约定的总线通信协议，自动比对星务CAN总线发送的广播数据和内部二级CAN总线收到的转发广播数据，显示比对结果。

单检台CAN总线通信时间（像帧间隔、应答时间等）应严格满足协议规定的时序要求。详见星务CAN总线协议、内部二级CAN总线协议。

上述两项测试功能，可选择以报表形式输出测试结果。对于比对结果中不符合预设对应规则的内容，上位机界面报警显示，报警判据可设置，并提示错误类型，且在输出的测试结果报表中突出显示。

单检台依据约定的总线通信协议，实时监测星务CAN总线收到的应答数据，可选择以报表形式输出测试结果。对于接收到的不符合预设对应规则的应答数据，上位机界面报警显示，报警判据可设置，并提示错误类型，且在输出的测试结果报表中突出显示。

4.3.3星务CAN总线与内部SPI总线闭环测试功能

门控、时钟、数据相位可调，做时序拉偏测试。

单检台作为内部SPI总线主节点时，依据约定的总线通信协议，在发送星务CAN总线指令时，上位机可自动将其中相关的内容自动解析为SPI总线指令，并通过内部SPI总线主节点发出；亦可在内部SPI总线主节点指令发送界面上直接编辑发送解析后的SPI总线指令，并通过内部SPI总线主节点发出。

单检台实时监测内部SPI总线主节点收到的应答数据，可选择以报表形式输出测试结果。对于接收到的不符合预设对应规则的应答数据，上位机界面报警显示，报警判据可设置，并提示错误类型，且在输出的测试结果报表中突出显示。

单检台作为内部SPI总线从节点时，自动检测综合电子发送的门控信号宽度、时钟速率和数据内容；并依据约定的总线通信协议，实时监测内部SPI总线从节点收到的指令内容，可选择以报表形式输出测试结果。上位机自动从星务CAN总线接收的应答数据中提取内部SPI总线相关的应答内容，与内部SPI总线从节点自动应答的数据比对，显示比对结果。对于不符合预设对应规则的应答数据，上位机界面报警显示，报警判据可设置，并提示错误类型，且在输出的测试结果报表中突出显示。

4.3.4星务秒脉冲和内部秒脉冲闭环测试功能

单检台依据约定的秒脉冲接口时序，自动比对发送的星务秒脉冲信号和接收的内部秒脉冲信号，显示比对结果，可选择以报表形式输出测试结果。对于延时超限的内部秒脉冲信号，上位机界面报警提示，报警判据可设置。例如，设置延时超差范围小于5us，或未检测到正确的内部秒脉冲信号，上位机界面报警显示，并提示错误类型，且在输出的测试结果报表中突出显示。

4.3.5星务CAN总线与内部开关指令闭环测试功能

单检台依据约定的总线通信协议，自动提取星务CAN总线发送数据中与内部开关指令相关的内容，将其与收到的内部开关指令进行自动比对，显示比对结果，可选择以报表形式输出测试结果。对于接收到的不符合预设对应规则的错误内部开关指令，上位机界面报警显示，报警判据可设置，并提示错误类型，且在输出的测试结果报表中突出显示。

4.3.6本地AN量遥测闭环测试功能

单检台依据约定的总线通信协议，自动提取星务CAN总线接收数据中与本地AN量遥测相关的数据，将其与发送的本地AN量进行自动比对，显示比对结果，可选择以报表形式输出测试结果。对于不符合预设对应规则的比对结果，上位机界面报警显示，报警判据可设置，并提示错误类型，且在输出的测试结果报表中突出显示。

4.3.7测控温闭环测试功能

单检台模拟热控负载，形成控温驱动信号与常规测温AN量的闭环测试。依据约定的测控温规则，常规测温AN量的输出随的接收到的控温驱动信号和预设的偏移量变化。

上位机软件可绘制实时温度曲线，存储当前2小时所有温度遥测，每轮询一次存储一次（暂定8秒），记录对应时间（精确到秒），根据输入的测温点号，将这2小时温度遥测及时间的对应关系绘制为曲线。绘制时纵坐标为温度，横坐标为时间。纵坐标下限为-30℃，上限为60℃。横坐标上限为当前时间，下限为2小时之前时间。可修改纵坐标上下限，修改后刷新曲线。绘制的测温曲线可多选，上限为8条。

单检台依据约定的总线通信协议，自动提取星务CAN总线发送指令中与控温驱动信号相关的内容，将其与收到的控温驱动信号进行自动比对，显示比对结果，可选择以报表形式输出测试结果。对于接收到的不符合预设对应规则的错误控温驱动信号，上位机界面报警显示，报警判据可设置，并提示错误类型，且在输出的测试结果报表中突出显示。

单检台依据约定的总线通信协议，自动提取星务CAN总线接收数据中与精密测温AN量相关的数据，将其与发送的精密测温AN量进行自动比对，显示比对结果，可选择以报表形式输出测试结果。对于不符合预设对应规则的比对结果，上位机界面报警显示，报警判据可设置，并提示错误类型，且在输出的测试结果报表中突出显示。

单检台依据约定的总线通信协议，自动提取星务CAN总线接收数据中与常规测温AN量相关的数据，将其与发送的常规测温AN量进行自动比对，显示比对结果，可选择以报表形式输出测试结果。对于不符合预设对应规则的比对结果，上位机界面报警显示，报警判据可设置，并提示错误类型，且在输出的测试结果报表中突出显示。

4.4自动测温标定功能

精确热敏电阻模拟模块共12路，每路均可对应23个通道。每路包含14个固定的精密电阻，精度不大于0.05％，且经过严格标定。每路均可对应23个通道，即12路共可以对应276个通道，每通道均对应14个固定精密电阻。该模块用于验证单机测温精度。14个固定电阻值为：

表4-2 14个固定电阻值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 标称阻值（Ω） | 序号 | 标称阻值（Ω） |
|  | 62K |  | 33K |
|  | 20K |  | 10K |
|  | 7.5K |  | 6.2K |
|  | 5.1K |  | 4.7K |
|  | 3.9K |  | 3.6K |
|  | 3.3K |  | 2K |
|  | 1K |  | 630 |

自动测温标定分为两个阶段。上位机上应设置标定、验证2个按钮。

第一阶段（标定阶段）：

当标定按钮被触发后，自动设置总线遥测周期为0.5s，然后以1s为周期，自主将模拟负载的12路精确热敏电阻模拟模块的14个固定电阻分别对应的23路切入采集电路，并将在CAN总线遥测中提取对应的遥测源码值填入12个23\*14大小的表格。如第2个模块的第5路3.3K电阻采集的源码值应填入第2个表格的第5行、第11列。当所有模块的所有通道遍历完成时，自动保存表格并给出提示（建议做成连续倒计时形式）。由于12个模块的14个固定电阻阻值不同，所以每个表格的表头应显示对应的电阻值，精确到0.1Ω。

第二阶段（验证阶段）：

待单机设计方提供所有通道的热敏电阻系数和每通道对应的校准系数后，上位机调入上述参数。

当验证按钮被触发后，上位机自动设置总线遥测周期为0.5s，然后以1s为周期，自主将模拟负载的12路精确热敏电阻模拟模块的14个固定电阻切入分别对应的23路采集电路，并将在CAN总线遥测中提取对应的遥测源码值填入12个23\*56大小的表格第1、5、9、13、17、21、25、29、33、37、41、45、49、53列，将上述电阻值按相应热敏电阻系数反演成温度值填入12个23\*56大小的表格第2、6、10、14、18、22、26、30、34、38、42、46、50、54列，将上述源码按相应热敏电阻系数和校准系数反演成温度值填入12个23\*56大小的表格第3、7、11、15、19、23、27、31、35、39、43、47、51、55列，并将理论温度和实测温度的差值填入12个23\*56大小的表格第4、8、12、16、20、24、28、32、36、40、44、48、52、56列。当所有模块的所有通道遍历完成时，自动保存表格并给出提示（建议做成连续倒计时形式）。表格1参考形式如表4-3所示。

表4-3 测温精度测试验证表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 通道 | 62K | | | | … | | | | 630 | | | |
| 源码值 | 理论温度 | 实测温度 | 偏差 |  |  |  |  | 源码值 | 理论温度 | 实测温度 | 偏差 |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 23 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

4.5 数据存储及曲线显示

单检台上电后，自动以系统时间为基准存储以下内容：

1. 直接指令、直接遥测、2路一次电源的电压和电流；
2. CAN总线发送的指令和接收的遥测；
3. 模拟负载设置过的AN量、串口遥测数据、精密测温模块对应输出的通道和阻值、多路热敏电阻模拟模块输出的档位或模拟阻值；
4. 模拟负载接收到的内部指令数量和对应脉宽、串口遥控数据、控温输出占空比或加热时间。

单检台可以随时通过窗口调出存储的数据，并可以以曲线的形式显示（可以设置以字节的形式或字的形式）。

4.6性能要求

a. 检测一次电源电压、一次电源电流的采集精度优于1%。

b.一次电源电流超限关机：2路超限自主关机电流的默认值为1A和10A，设置值以A为单位，电流1的设置范围为1~5，电流2的设置范围为1~50。

c. 直接指令脉宽可调精度不小于100us。

d. 直接遥测AN量量化精度不小于8bit。

e. 星务CAN总线和内部二级CAN总线通信速率不小于1Mbps，设置500K、307.2kbps可选。

f. 输出的星务秒脉冲脉宽精度优于100us。

f. 内部秒脉冲宽度和延时的检测精度优于1us。

h. 内部开关指令检测精度优于100us。

i. 本地AN量遥测模拟信号的输出阻抗<2KΩ，输出电压范围0~5V，调节档位大于100档。

j. 内部开关指令模拟负载的负载阻值应大于170Ω，可耐受+50V电压，可检测脉冲宽度不小于100us的指令脉冲。

k．精密测温TH量输出电压精度优于±0.001V，常规测温TH量输出电压精度优于±0.01V。

l. 控温驱动信号脉宽检测精度优于100us，其统计占空比或加热时间的分辨率优于1.6ms。

m. 电位计AN量输出电压精度优于±0.01V。

o. 单检台所有组件的接口，未使用时均可可悬空，且不影响其他功能模块的使用。

1. 接口要求

5.1一次电源接口

单检台模拟星上电源功能，为水色仪综合电子提供一次电源。

电压及调节精度：范围包含0V~50V，可调。

输出电压纹波不大于600mV（Vp-p），(满载，45.5V电源输出端，测量带宽：DC～20MHz)。

瞬态时，偏离母线电压中心值≤±2.0V、稳定时间≤2 ms。

2路电源总功率不小于2500W。

5.2直接指令接口

单检台模拟星务平台功能，向水色仪综合电子发送4条直接指令，以及1路直接指令电源。

直接指令为OC门输出，负脉冲，默认脉宽160ms±10ms，可调，指令回线需采取隔地设计措施。

直接指令电源电压30V±1V。为适应不同星务平台，要求指令电源可以通过一次电源，或者单独1路外接电源（30V±1V）选择提供。水色仪综合电子使用时，可以从中任意选择一路作为直接指令电源。



图5-1 典型指令接口电路原理图

**直接指令特性：**

* 指令脉冲输出电压幅度：30V±1V。
* 负脉冲宽度：默认160ms±10ms，可调。
* 开关断开时泄漏电流：≤200μA。
* 吸收电流能力： 不大于200mA。
* 限流保护功能：一旦外部负载短路，指令作用期间指令输出电路能进入限流保护状态，极限输出电流应不大于350 mA。
* 可靠性设计：无单点失效的故障模式。

直接指令定义如下表所示。

**表5-1 直接指令列表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **代号** | **名称** | **类型** | **负载类型** | **默认指令宽度** |
|  | 水色仪综合电子主份加电 | OC | 继电器 | 160ms±10ms |
|  | 水色仪综合电子主份断电 | OC | 继电器 | 160ms±10ms |
|  | 水色仪综合电子备份加电 | OC | 继电器 | 160ms±10ms |
|  | 水色仪综合电子备份断电 | OC | 继电器 | 160ms±10ms |

5.3直接遥测AN量接口

单检台模拟星务平台功能，接收水色仪综合电子输出的7条直接遥测AN量。

直接遥测AN量接口由二条线组成，一条称为信号线(高线)，另一条称为回线(低线)。接收端（综合电子分系统）测量取高线和低线之间的电位差，单检台对输入信号进行不小于8比特量化。

* 直接遥测AN量参数接收通道源特性

1. 输出正常电压范围：0 V ~+5.0V。
2. 输入阻抗：不小于1MΩ；。
3. 模拟源输出回线：为源端电路地。
4. 输入过压保护：串入不小于40KΩ电阻限流。
5. 短路保护：输出对地短路，不应引起任何永久性损坏，也不应影响设备其它部分的性能。
6. 输入保护：在每个模拟量信号的输入端设置抗干扰滤波网络，防止外界干扰引起CMOS采样门的闩锁效应。
7. 在每个输入端加隔离保护措施，当设备内部发生短路时，不影响源端的正常工作。

直接遥测定义如下表所示：

**表5-2 直接遥测列表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **代号** | **参数名称** | **类型** | **参数描述** | **输出** | **输出阻抗** | **备注** |
| 1 | 综合电子主份+5V遥测 | AN | 加电：3.5V~5V  断电：0~0.5V | 0 V ~5V | ≤5K**Ω** | 输出可选：直接电压和转换电压，转换公式另文给出 |
| 2 | 综合电子主份+15V遥测 | AN | 加电：3.5V~5V  断电：0~0.5V | 0 V ~5V | ≤5K**Ω** |
| 3 | 综合电子备份+5V遥测 | AN | 加电：3.5V~5V  断电：0~0.5V | 0 V ~5V | ≤5K**Ω** |
| 4 | 综合电子备份+15V遥测 | AN | 加电：3.5V~5V  断电：0~0.5V | 0 V ~5V | ≤5K**Ω** |
| 5 | 综合电子主份+30V遥测 | AN | 加电：3.5V~5V  断电：0~0.5V | 0 V ~5V | ≤5K**Ω** |
| 6 | 综合电子备份+30V遥测 | AN | 加电：3.5V~5V  断电：0~0.5V | 0 V ~5V | ≤5K**Ω** |
| 7 | 综合电子工作电流遥测 | AN | 单机工作电流 | 0 V ~5V | ≤5K**Ω** |

5.4星务CAN总线接口

单检台模拟星务平台功能，通过星务CAN总线与水色仪综合电子进行通讯。星务CAN总线采用A、B双冗余总线结构，单检台为主节点，水色仪综合电子为从节点。星务CAN总线接口拓扑结构如下图所示：



**图5-2 星务CAN总线接口示意图**

如上图所示，星务CAN总线120Ω匹配电阻分别放在单检台和水色仪综合电子终端，水色仪综合电子内部可通过电缆可实现主、备份电路的总线级联。

5.5秒脉冲接口

单检台秒脉冲接口，分为星务秒脉冲接口和内部秒脉冲接口。星务模拟组件模拟星务平台，通过422接口向综合电子发送4路可独立控制的星务秒脉冲信号。CPU电路负载模拟组件模拟视频单机，接收综合电子转发的8路独立可控的内部秒脉冲信号。单检台秒脉冲接口需具备形成闭环自检测测试功能，单检台可自动检测接收的内部秒脉冲信号，并依据约定的判据给出测试结果。秒脉冲接口的连接关系示意如下图所示。



**图5-2 秒脉冲接口示意图**

单检台需具备内部秒脉冲信号与星务秒脉冲信号闭环自动测试功能，上位机软件依据约定的通信协议，自动比对发送的星秒脉冲信号与接收到的内部秒脉冲信号，可输出测试报告。

星务秒脉冲发出时刻如图4所示，即在整秒时刻发出一个脉冲信号，脉冲信号宽度为1ms，时间基准为秒脉冲前沿（下降沿），具体波形5所示。



图5-3 星务秒脉冲信号发出时刻



图5-4 星务秒脉冲波形

同时，在200毫秒内单检台星务模拟组件向星务CAN总线主动发送和上述时刻对应的基准时间广播。

5.7内部二级CAN总线接口

单检台模拟视频单机功能，通过内部二级CAN总线与水色仪综合电子进行通讯。内部二级CAN总线采用A、B双冗余总线结构，单检台为从节点，水色仪综合电子为主节点。内部二级CAN总线接口拓扑结构如下图所示：



图5-6 内部二级CAN总线接口连接方式

如上图所示，内部二级CAN总线120Ω匹配电阻均放在水色仪综合电子终端，单检台留出可以接入120Ω匹配电的位置。

单检台需具备内部二级CAN总线与星务CAN总线闭环自动测试功能，上位机软件依据约定的总线通信协议，自动比对星务CAN总线发送指令与内部二级CAN总线接收到的指令或数据内容，可输出测试报告。

5.8内部SPI总线接口

单检台分别模拟内部SPI总线的主节点和从节点与水色仪综合电子通讯。CPU电路负载模拟组件模拟综合电子内部单板，接收CPU电路发送的内部SPI控制信号，返回遥测数据，遥测数据的值可通过上位机软件界面设置。

指令遥测电路负载模拟组件模拟CPU电路，发送内部SPI总线指令，接收并判读返回的遥测数据。

单检台需要模拟内部SPI总线主、从两端节点，接口形式如下图所示：



图5-8 内部SPI总线结构示意图

单检台需具备内部SPI总线与星务CAN总线闭环自动测试功能。单检台作为内部SPI总线主节点时，上位机软件依据约定的总线通信协议，自动比对星务CAN总线发送指令与内部SPI总线接收到的数据内容，并可输出测试报告。单检台作为内部SPI总线从节点时，上位机软件依据约定的总线通信协议，自动比对星务CAN总线发送指令与内部SPI总线接收到的指令或数据内容，并可输出测试报告。

5.9内部开关指令接口

单检台模拟视频单机的二次电源与水色仪综合电子通讯，水色仪综合电子提供内部开关指令电源，指令回线需采取隔地设计措施。



图5-8 内部开关指令接口示意图

内部开关指令为OC输出，负脉冲有效。

内部开关指令电源电压： 30±1V

脉冲宽度： 80±10ms

吸收电流能力： 不大于200mA

截止漏电流： 不大于0.1mA

模拟负载阻值： 大于170Ω

内部开关指令电源与相机二次电源共地，不得与卫星一次电源和卫星指令电源共地。

具备内部开关指令信号检测功能，检测脉宽不小于100us。

5.10本地AN量遥测接口

本地AN量遥测输出模拟量特性如下：

1）模拟量输出阻抗：不小于1MΩ；

2）正常测量电压范围0V～5.1V；

3）安全输入电压范围：-0.5V～+10V，（在此安全电压范围内，不影响对其它遥测信道的正常采集，也不发生永久性故障）；

4）输入隔离：在每个输入端加隔离保护措施，当设备内部发生短路时，不影响源端的正常工作；

5）输入保护：在每个模拟量信号的输入端设置抗干扰滤波网络，防止外界干扰引起CMOS采样门的闩锁效应；

6）输入过压保护：在每个模拟量信号的输入端设置过压保护（稳压二极管）。

单检台AN量遥测接口为可变模拟信号源，模拟信号幅值可通过上位机软件界面设置，且具备连续变化功能。



图5-8 本地AN量遥测接口示意图

1. 总线通讯协议及数据约定

本部分内容详见《HY-3卫星星务与水色仪综合电子的数据约定》、《内部二级CAN总线通信协议》。

1. 屏幕显示要求
2. 数据量：

* 所有参量都能够在十六进制和十进制之间切换显示；
* 十六进制显示时，参数的源码；
* 十进制显示时，提供计算公式的参量需要显示计算后的内容；没有提供计算公式的遥测参数，直接用十进制显示源码；

1. 状态量：可在按字节显示和按bit显示间切换。按bit显示时，按数据的逻辑（“1”或“0”）显示状态，“1”点亮灯；“0”熄灭灯。
2. 具备两种显示模式：单显示器和双显示器显示模式。单显示器显示即前后视遥测显示在一台显示器，显示屏左右两部分分别显示前后视遥测数据；双显示器显示模式即前后视遥测分别显示在两个显示器上。

遥测界面排布参考见《分系统CAN总线数据约定》。

1. 其他要求
2. 控制一次电源通断，并监控其电压、电流（提供自动断电功能，断电电流阈值可设置，默认值3A）；
3. 具有指令计数功能；
4. 具有自动连续存储、查看遥控遥测数据功能；
5. 具有将遥测量转换成物理量的功能，既可原码显示（十六进制和十进制之间切换显示），又可显示成物理量，可在两者之间切换或同时显示；
6. 具有实时遥测数据生成曲线的功能，当前遥测的物理量显示和曲线显示两个功能可以通过按钮选择。
7. 单检台测试软件人机界面操作方便、灵活，有可扩展能力；
8. 开启软件后，要求电源板中关指令按钮关状态为锁定（即不能使用），开指令按钮为可以使用状态。当开指令发送后，只有相应的关指令为可用，其它按钮为锁定状态；
9. 具备数据自闭环功能，即可以根据总线指令自主判断执行结果或遥测量是否正确等。
10. 环境要求
11. 使用环境
12. 洁净度：不劣于100000级；
13. 温度：5 ºC～45 ºC；
14. 相对湿度：30%～70%；
15. AC220V市电输入；
16. 具有可靠接地点。
17. 存放环境
18. 温度：0~＋50ºC；
19. 相对湿度：30%～70%；
20. 设备应放在远离有强电流的电缆或磁性材料的地方；
21. 应采用措施避免设备和存放的材料处在直射太阳光处。
22. 工艺要求

## 10.1接插件要求

地面单检台内部接插件插头应具用锁定装置。

## 10.2接插件及电缆标识要求

所有电缆和插头必须明确标记，以便于在装配和测试过程中对相应的电缆进行操作。

1. 运输要求

电缆、机箱、配件应放置在特定包装箱内，以便于搬运。设备在各自的包装箱中应能由公路、铁路、飞机进行运输，一般在2级公路上连续运输不小于200公里后确保测试设备开机工作正常。

1. 安全性要求
2. 人员安全要求

设备不应对操作人员造成危险；

1. 应急要求

设备应具备应急断电能力，手动操作控制应易于操作人员操作；

1. 设备安全要求

设备不应在任何时候，对被测设备造成任何损害；

1. 设备接地要求

对器件、电缆、设备的接地和搭接，通常有如下要求：

* 1. 当设备机架暴露在一个高电位电场中时，要防止由于内部设备损坏或感应场造成故障；
  2. 防止产生静电场；
  3. 降低由电场或其它形式的相互耦合造成的电磁干扰；
  4. 机壳与电路绝缘，机壳单独接地；
  5. 一次电源、接地方式按照相机相关建造规范规定进行，保持与星上设备状态一致并在机柜上单独引出接地点。

1. 可靠性和可用性要求

设备应能稳定无故障运行10000小时以上，单次开机稳定无故障运行时间不少于24小时。

设备的设计应该有利于维修、装配/拆除、重要功能的检查、组件和部件的装配、更换和代替等，关键部分应有备份。

为有助于达到上述要求，特规定如下：

* 1. 采用通用化、系列化、模块化结构；
  2. 螺钉、螺栓、紧固件等要易于触及；
  3. 活动单板或部件重新插入时，应能保证稳固；
  4. 因电源连接器插拔次数较多，电源7W2接口连接器需要加固处理，使用可靠、稳固；
  5. 部件标识清晰明确；
  6. 软件设计采用模块化结构设计护。

1. 产品代号

单检台应有鲜明的以下标示“

每个标牌上至少应标明：

产品名称：XXXX

代号：XX-XX

序号：XX-XX

1. 产品交付要求

14.1硬件交付状态和数量

单检台一套。

地面供电电源。

配套电缆。

还需提供用于设备校准的辅助工具及必要的保证条件。

14.2软件交付状态和数量

软件随硬件产品一起交付，同时要提供符合技术要求的应用软件，并根据实际情况不断完善软件功能，交付数量一套。

14.3文件交付清单

随地面检测台一起应交付下列文件：

1. 设计报告；
2. 设计图样；
3. 技术和使用说明书；
4. 设备配套表；
5. 验收细则；
6. 产品证明书；
7. 研制总结报告（含“测试报告”）；
8. 校准规范
9. 其他要求

* 单检台应设置水平调节装置，以确保设备摆放的安全稳定性；
* 如果单检台的重量不大于15kg，则应可靠设置搬运把手；如大于15kg，则应设计专门的吊点，或者提供带吊点的包装箱。