|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | | | | |  | |  |
|  | **文件号：** | | | | | MS-002.20W013 | |  |
|  |  | | |  | | | | |
| **MS-002** | | | | | | | | |
|  | |  |  |  |  | |  | |
| **台车控制板验证方案** | | | | | | | | |
|  | |  |  |  |  | |  | |
|  | |  |  |  |  | |  | |
| 编制人： | | 雷俊勇 |  | 日期： | 2022.xx.xx | |  | |
|  |  |  |  |  |  | |  | |
| 审核人： | | 洪洁 |  | 日期： | 2022.xx.xx | |  | |
|  |  |  |  |  |  | |  | |
| 批准人： | | 张巍 |  | 日期： | 2022.xx.xx | |  | |
|  |  | | |  | | | | |

**文档修订履历**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 版本号 | 发布日期 | 更改内容概述 | 更改者 |
| V1.0 | 2022.xx.xx | 文件新编 | 雷俊勇 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

**保密条款**

文档仅限产品（项目）组内流转，违者负相应法律责任。

**目录**

[1. 方案概述 1](#_Toc11498)

[1.1. 验证目标 1](#_Toc6526)

[1.2. 验证范围 1](#_Toc14907)

[2. 验证条件 1](#_Toc27974)

[2.1. 验证对象 1](#_Toc31314)

[2.2. 验证设备/工装/工具 1](#_Toc28372)

[2.3. 验证环境 1](#_Toc21450)

[3. 可接受准则 1](#_Toc23845)

[4. 功能验证 1](#_Toc22865)

[4.1. 目标 1](#_Toc6467)

[4.2. 验证内容 1](#_Toc1144)

[5. 性能验证 6](#_Toc10346)

[5.1. 目标 6](#_Toc6094)

[5.2. 验证环境 6](#_Toc27388)

[5.3. 验证内容 6](#_Toc16516)

[6. 验证结果与结论 6](#_Toc14542)

[7. 参考文献 6](#_Toc20606)

[8. 附件 7](#_Toc1591)

# 方案概述

## 验证目标

为了验证台车控制板在MS-002系统内是否达到开发需求的设计目标，满足MS-002系统在各种工作环境下正常工作的要求。

## 验证范围

MS-002.21T001-台车控制板。

# 验证条件

## 验证对象

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 设备编号 | 设备名称 | 型号规格 | 备注 |
| / | 台车控制板 | MS-002.23T001 | / |

## 验证设备/工装/工具

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 设备编号 | 设备名称 | 型号规格 | 备注 |
| ST/RD-E2001 | 直流稳压电源 | UTP1306S | / |
| ST/RD-E1002 | 数字万用表 | FLUKE 17B+ | / |
| / | 执行台车 | MS-002 | / |
| / | 导航台车 | MS-002 | / |

## 验证环境

温度：室温或者高低温箱内特殊要求

湿度：≤75%或者高低温箱内特殊要求

# 可接受准则

1. 按照技术需求规格书，台车控制板功能达到要求；
2. 台车控制板满足医用电器环境要求。

# 功能验证

## **目标**

台车控制板是控制机械臂电源上下电、UPS开关机以及各指示灯的功能部件，根据产品技术需求说明书，对台车控制板输入输出功能进行测试验证，检验产品功能与开发需求是否一致。

## 验证**内容**

1. 首先需对台车控制板进行工作电压和电流测试，并填写至以下表格：

表4.2-1 台车控制板基本工作参数

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 输入电压(V) | 预期5.0V输出点（V） | 实际5.0V输出点（V） | 预期3.3V输出点（V） | 实际3.3V输出点（V） | 预期工作电流（A） | 实际工作电流（A） |
| 24±5% | 5.0±5% |  | 3.3±5% |  | ≤3 |  |

1. 软件功能逻辑测试：测试台车控制板的输入输出逻辑状态，检测其输出动作是否符合预期。按相应控制逻辑，填写实际结果状态至表4.2-2：

表4.2-2 台车控制板输入输出测试

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 功能模块 | 序号 | 测试用例 | 测试步骤 | 期望结果 | 实际结果 |
| 执行台车机械臂开关机 | 1 | 未通电-按机械臂电源 | 1.未通电； 2.按下机械臂电源； | 机械臂不会上电； |  |
| 2 | 通电-后面面板总开关打开-直接按机械臂电源 | 1.总插座插到开关面板； 2.打开总电源； 3.UPS正常供电； 4.按机械臂电源； | 机械臂上电中，机械臂电源指示灯每1s闪烁一下，完全上电，机械臂电源指示灯常亮； |  |
| 3 | 机械臂上电后-按机械臂电源键-关闭机械臂 | 1.总插座插到开关面板； 2.打开侧面总电源； 3.UPS正常供电； 4.按机械臂电源待机械臂成功上电； 5.按机械臂电源按钮； | 机械臂断电，有咔嚓掉电声音，机械臂电源指示灯每1s闪烁一下延迟15s后机械臂电源指示灯熄灭； |  |
| 执行台车灯光控制 | 1 | 正常供电指示灯 | 1.总插座插到开关面板； 2.打开侧面总电源查看正常供电指示灯状态；  3.关闭总电源查看正常供电指示灯状态； | 打开总电源正常供电指示灯点亮；  关闭总电源正常供电指示灯熄灭； |  |
| 2 | 机身状态指示灯 | 1. 总插座插到开关面板； 2.打开侧面总电源； 3.UPS正常供电； 4.台车控制板上电工作；   5.开启机械臂电源；  6.关闭后面板总电源开关，开始进入UPS供电模式；  7.5分钟后UPS供电关闭 | 打开总电源UPS供电机身状态指示灯亮蓝色； 关闭总电源UPS电池供电，机身状态指示灯亮黄色；  UPS供电关闭后指示灯熄灭。 |  |
| 3 | UPS的电池状态 指示灯 | 1.总插座插到开关面板； 2.打开侧面总电源； 3.UPS正常供电； 4.按机械臂按键开启机械臂； | UPS电池电量不满时，指示灯点亮，UPS进入充电状态；  UPS电池电量充满后，指示灯熄灭； |  |
| 导航台车开关机 | 1 | 未通电-按工作站电源 | 1.未通电； 2.按下工作站电源； | 工作站不会上电； |  |
| 2 | 通电-后面面板总开关打开-直接按工作站电源 | 1.总插座插到开关面板； 2.打开总电源； 3.UPS正常供电； 4.按工作站电源； | 工作站上电，电源指示灯常亮； |  |
| 3 | 工作站上电后-按工作站电源键-关闭工作站 | 1.总插座插到开关面板； 2.打开总电源； 3.UPS正常供电； 4.按工作站电源待工作站成功上电； 5.按工作站电源按钮； | 工作站关机，电源指示灯熄灭； |  |
| 导航台车灯光控制 | 1 | 正常供电指示灯 | 1.总插座插到开关面板； 2.打开侧面总电源查看正常供电指示灯状态；  3.关闭总电源查看正常供电指示灯状态； | 打开总电源正常供电指示灯点亮；  关闭总电源正常供电指示灯熄灭； |  |
| 2 | 机身状态指示灯 | 1.总插座插到开关面板； 2.打开总电源； 3.UPS正常供电； 4.台车控制板上电工作；  5.开启工作站电源；  6.关闭后面板总电源开关，开始进入UPS供电模式；  7.5分钟后UPS供电关闭 | 打开总电源UPS供电机身状态指示灯亮蓝色； 关闭总电源UPS电池供电，机身状态指示灯亮黄色；  UPS供电关闭后指示灯熄灭。 |  |
| 3 | UPS的电池状态指示灯 | 1.总插座插到开关面板； 2.打开总电源； 3.UPS正常供电； 4.工作站完全开机已进入windows桌面； | UPS电池电量不满时，指示灯点亮，UPS进入充电状态；  UPS电池电量充满后，指示灯熄灭； |  |

1. 软件协议测试:根据台车控制板串口通讯协议，使用串口监测工具测试台车控制板发送数据情况是否符合设计要求，填写下表：

表4.2-3 台车控制板软件协议测试

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 用例标题 | 步骤 | 预期 | 实际情况 |
| 获取UPS电池状态指令 | 1.打开侧面总电源 2.等待台车控制板正常工作 | 台车控制板发送：  01 03 2E E2 00 01 2D 14 |  |
| 获取UPS供电状态指令 | 1.打开侧面总电源 2.等待台车控制板正常工作 | 台车控制板发送：  01 03 2B 10 00 01 8C 2B |  |
| 获取UPS立马关机指令 | 1.打开侧面总电源 2.等待台车控制板正常工作，关闭工作站和机械臂 3.关闭侧面总电源 | 台车控制板发送：  01 06 2B 16 00 01 A0 2A |  |
| 获取UPS延时5分钟关机指令 | 1.打开侧面总电源 2.等待台车控制板正常工作，打开工作站或机械臂 3.关闭侧面总电源 | 台车控制板发送：  01 06 2B 29 00 32 D0 33 |  |
| 取消UPS延时关机指令 | 1.打开侧面总电源 2.等待台车控制板正常工作，打开工作站和机械臂 3.关闭侧面总电源 4.等待10秒钟重新打开侧面总电源 | 台车控制板发送：  01 06 2B 2A 00 01 60 26 |  |

# 性能验证

## **目标**

根据GB∕T 14710-2009《医用电器环境要求及试验方法》环境试验条件分组第三组要求，进行气候环境条件测试，试验产品在特定条件下是否满足性能要求。

## 验证**环境**

设备：高低温箱、MS-002台车控制板。

## 验证**内容**

按照GB∕T 14710-2009《医用电器环境要求及试验方法》测试流程，进行以下试验项目，每次试验前需要进行4.2功能测试，确认正常后方可进行。高温、低温、湿热储存试验后恢复一小时进行4.2功能测试。

表5.3-1 环境测试

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 试验项目 | 试验条件 | 持续时间 | 预期结果 | 实际测试结果 |
| 额定工作低温试验 | 温度-10℃，试验时通电 | 1h | 此条件下正常工作 |  |
| 低温储存试验 | 温度-40℃，试验恢复后通电 | 4h | 上电后正常工作 |  |
| 额定工作高温试验 | 温度50℃，试验时通电 | 1h | 此条件下正常工作 |  |
| 高温储存试验 | 温度70℃，试验恢复后通电 | 4h | 上电后正常工作 |  |
| 额定工作湿热试验 | 温度50℃，湿度93%±3，试验时通电 | 4h | 此条件下正常工作 |  |
| 湿热储存试验 | 温度60℃，湿度93%±3，试验恢复后通电 | 48h | 上电后正常工作 |  |

# 验证结果与结论

根据验证测试数据，对此次验证结果作出判断。

# 参考文献

《MS-002 技术需求规格书 V1.0》

《MS-002 设计失效模式分析(D-FMEA)\_电子》

《MS-002 风险评估和控制记录 V1.0》

GB∕T 14710-2009《医用电器环境要求及试验方法》

# 附件

《MS-002 台车控制板验证记录表》。