|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 档号 |  |  | 编号 |  |
| 保管期限 |  |  | 密级 | 非密 |
|  |  |  | 阶段标记 | M |

|  |  |
| --- | --- |
| 名称 | XXX电机控制器 |
|  | 产品状态一致性分析 |

|  |
| --- |
| 会签 |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| 部门 | 控制研发部 |
| 编写 |  |
| 校对 |  |
| 审核 |  |
| 会签 |  |
| 标审 |  |
| 批准 |  |

|  |
| --- |
| 贵州航天林泉电机有限公司 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 内容提要：  本文主要针对21C852-0电机控制器（231001#、231002#）软件在燃油系统联试和联合动力试验前后软硬件是否存在差异进行排查。 | | | | |
| 主题词 | 软件、故障 | | | |
| 更改栏 | 更改单号 | 更改日期 | 更改人 | 更改办法 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

目录

[1 概述 3](#_Toc176796368)

[2 问题概述 3](#_Toc176796369)

[3 硬件状态一致性分析 4](#_Toc176796370)

[4 软件变更情况 5](#_Toc176796371)

[5 软件状态一致性分析 6](#_Toc176796372)

[5.1 231001#、231002#控制器软件参数复查 6](#_Toc176796373)

[5.1.1 蝶阀1主回路参数 6](#_Toc176796374)

[5.1.2 蝶阀1副回路参数 9](#_Toc176796375)

[5.1.3 蝶阀2主回路参数 12](#_Toc176796376)

[5.1.4 蝶阀2副回路参数 15](#_Toc176796377)

[5.1.5 泵电机主回路参数 18](#_Toc176796378)

[5.1.6 泵电机副回路参数 20](#_Toc176796379)

[6 复查结论 23](#_Toc176796380)

XXX电机控制器产品状态一致性分析

# 概述

XXX控制器是为XXX研究所配套的三合一电机控制器，实现对两路蝶阀电机和一路油泵电机的控制。控制器根据上位机的工作指令，对两路蝶阀电机进行位置调节以及对油泵电机进行转速调节。该控制器为双余度控制器，硬件上每个电机都具有两路控制回路（控制主回路和控制副回路），每个控制回路都能独立完成电机的控制功能。

2024年7月30日，控制器231002#在试验台进行联合动力试验的过程中，出现过流故障导致控制器未能成功驱动油泵电机按设定转速运行的情况。2024年9月5日，控制器在试验台进行整改措施验证过程中仍出现未启动问题。

由于在燃油系统联试试验期间（2023年11月~2023年12月），控制器231001#未出现过电机不启动问题，为了对电机不启动问题进行准确定位，特对前后两次试验的软硬件状态一致性进行分析。

# 问题概述

2023年11月～2023年12月231001#控制器于北京101所随系统进行试验，试验期间未出现电机不起动问题。

2024年3月231001#控制器于165所试验台进行台架试验准备，2024年5月231001#控制器于165所试验台做实验前性能测试时发现电机运行时转速波动较大，后经过协商将控制器更换为231002#控制器。

2024年6月24日231002#控制器随系统进行4次联合动力试验未出现电机不启动问题，2024年7月30日231002#控制器随系统进行联合动力试验出现不起动问题，后经过验证发现电机在满油状态下能正常启动，在泵后管路无油状态下电机不启动。

2024年8月22日完成231002#控制器不启动问题的归零评审会（故障定位为直流侧电压参数设置问题，该参数修改后待试验验证）。2024年9月5日于165所进行归零试验验证，实验结果不通过，电机仍然出现在泵后管路无油状态下电机不启动，而满油状态下能正常启动。

鉴于231001#和231002#控制器在试验中的差异，本文主要针对两台控制器的软件、硬件状态的一致性进行分析。

# 硬件状态一致性分析

①通过与重庆大学王平教授核对原理图与PCB的版本状态，确定了231001#和231002#控制器原理图与PCB的版本是一致的，控制板版本号均为CDL655200R1，驱动板版本号均为CDL655202R1。

②使用放大镜对231001#与231002#控制器的印制板上器件逐个进行比较，检查发现两台控制器的器件状态完全一致。表1为放大镜下观察231001#与231002#控制器的印制板部分电路实物图。

检查结论：通过检查231001#与231002#控制器硬件状态完全一致。

表1 231001#与231002#控制器印制板部分电路实物图

|  |  |
| --- | --- |
| 231001# | 231002# |
| d4e9bec9d298a8c2836fea2e9a475e2 | d7020c41b2e91e3271de30eb8cf5f6b |
| ea027376ab303d2cd0f2c7fbd05a2ad | 微信图片_20240909145610 |
| 微信图片_202409091457001 | 微信图片_20240909135438 |
| 微信图片_202409091456581 | 微信图片_20240909135431 |
| 微信图片_20240909145700 | 微信图片_20240909145659 |
| 微信图片_20240909145658 | 微信图片_20240909135425 |

# 软件变更情况

2023年8月，按照《电机控制器与发动机控制器通讯协议（初版）》完成231001#电机控制器与发动机控制器的通讯联调，对软件通讯模块进行调整；

2023年9月，231001#控制器在联试时出现偶发不启动现象，优化软件通讯机制，进行了软件优化和升级，后续试验中再未出现因通讯停机问题（21C852-0电机控制器随系统试验偶发电机不起动技术归零报告）；

2023年11月，在6院11所进行联调时，根据用户要求，发动机控制器不再向电机控制器（21C852-0）发送遥测指令，电机控制器按10ms周期向发动机控制发送遥测数据，并将遥测数据中故障状态字的第18位、19位、20位分别设置位蝶阀1、蝶阀2、油泵电机的使能状态位（21C控制器通讯协议修改-20231107）。

2023年11月，在6院11所六室联调时，由于现场没有270V电源无法驱动油泵电机，将231002#控制器的直流侧电压参数Udc由270调整为30，电压保护下限值由200调整为0。

2024年8月，231002#控制器在11所试验台联试时出现电机不启动问题，在归零过程中复查软件参数发现直流侧电压参数为30，归零后将直流侧电压参数由30修改为270（21C852-0控制器231002#产品部分工况不启动问题分析报告）。

# 软件状态一致性分析

该软件由重庆大学进行研制，软件代码于2024年7月初交付于林泉电机。在项目开始至2024年7月期间，两台控制器（231001#，231002#）烧录的代码均是重庆大学提供的烧写码（.out文件），林泉电机无法对代码进行编辑修改。

2023年11月在11所进行桌面联试前，林泉电机设计人员于11所六室试验室对231001#和231002#控制器进行代码固化。固化代码均为重庆大学提供的最新烧写码，烧写码日期为2023年11月07号。

2023年12月完成燃油系统联试后231001#控制器随11所由北京101所运回11所，231002#产品由101所寄回林泉电机。在燃油系统试验至2024年9月5日期间，未对控制器代码进行更新。

## 231001#、231002#控制器软件参数复查

### 蝶阀1主回路参数

#### 控制参数

| **序号** | **参数** | | **设定值** | **说明** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 电流环参数 | Kc系数 | 0.4 | 电流环Kc系数 |
| 2 | 阻尼系数 | 0 | 电流环阻尼系数 |
| 3 | 控制周期 | 1 | 电流环控制周期 |
| 4 | 积分周期 | 10 | 电流环积分周期 |
| 5 | 限幅值 | 10 | 电流环输出限幅值 |
| 6 | 位置环 | 比例系数 | 600 | 位置环比例系数 |
| 7 | 积分系数 | 0 | 位置环积分系数 |
| 8 | 控制周期 | 1 | 位置环控制周期 |
| 9 | 积分周期 | 10 | 位置环积分周期 |
| 10 | 限幅值 | 2.25 | 位置环输出限幅值 |
| 11 | 速度环 | 比例系数 | 5 | 速度环比例系数 |
| 12 | 积分系数 | 0.05 | 速度环积分系数 |
| 13 | 控制周期 | 10 | 速度环控制周期 |
| 14 | 积分周期 | 30 | 速度环积分周期 |
| 15 | 限幅值 | 1.4 | 速度环输出限幅值 |

#### 电机参数

| **序号** | **参数** | **设定值** | **说明** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 定子绕组相电阻标幺值 | 0.28 | 定子绕组相电阻标幺值 |
| 2 | D轴电感标幺值 | 0.1 | D轴电感标幺值 |
| 3 | Q轴电感标幺值 | 0.1 | Q轴电感标幺值 |
| 4 | 电机磁链标幺值 | 0.005 | 电机磁链标幺值 |
| 5 | Idq滤波频率 | 500 | Idq滤波频率 |
| 6 | 旋变A | 58656 | 电机旋变安装位置 |
| 7 | 旋变B | 1 | 旋变方向 |
| 8 | 电机极对数 | 5 | 电机极对数 |
| 9 | 旋变极对数 | 1 | 旋变极对数 |
| 10 | 直流侧电压 | 28 | 直流侧电压 |
| 11 | 速度限幅值 | 5000 | 速度限幅值 |
| 12 | 直流滤波 | 10 | 直流滤波 |
| 13 | 速度增加值 | 10000 | 速度增加值 |
| 14 | 死区时间 | 2 | 死区时间 |
| 15 | 载波周期 | 150 | 载波周期 |
| 16 | 电压基值 | 30 | 电压基值 |
| 17 | 电流基值 | 5 | 电流基值 |
| 18 | 速度基值 | 2000 | 速度基值 |
| 19 | 电流保护值 | 10 | 电流保护值 |
| 20 | 转速滤波 | 500 | 转速滤波 |
| 21 | 电流上升值 | 100 | 电流上升值 |
| 22 | 电流下降值 | 100 | 电流下降值 |
| 23 | 温度滤波 | 10 | 温度滤波 |
| 24 | 初始Id | 0 | 初始Id |
| 25 | 电压补偿 | 0 | 电压补偿 |
| 26 | 电流补偿 | 0 | 电流补偿 |
| 27 | 最大电流 | 7 | 最大电流 |
| 28 | 控制器温度保护值 | 100 | 控制器温度保护值 |

#### 模拟参数

| **序号** | **参数** | **设定值** | **说明** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | Vdc放大倍数 | 17.5 | Vdc放大倍数 |
| 2 | Vdc偏移量 | 0 | Vdc偏移量 |
| 3 | Idc放大倍数 | -9.08999634 | Idc放大倍数 |
| 4 | Idc偏移量 | 1.51499939 | Idc偏移量 |
| 5 | Isa放大倍数 | -9.08999634 | Isa放大倍数 |
| 6 | Isa偏移量 | 1.51499939 | Isa偏移量 |
| 7 | Isb放大倍数 | -9.08999634 | Isb放大倍数 |
| 8 | Isb偏移量 | 1.5 | Isb偏移量 |
| 9 | Isc放大倍数 | -9.08999634 | Isc放大倍数 |
| 10 | Isc偏移量 | 1.51000214 | Isc偏移量 |
| 11 | 过调制 | 0.9 | 过调制 |
| 12 | PWM\_A | 0 | A相占空比调整 |
| 13 | PWM\_B | 0 | B相占空比调整 |
| 14 | PWM\_C | 0 | C相占空比调整 |

#### 其他参数

| **序号** | **参数** | **设定值** | **说明** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 故障恢复点数 | 100000 | 故障恢复时间： |
| 2 | 直流电压下限 | 0 | 欠压保护设定值 |
| 3 | 直流电压上限 | 60 | 过压保护设定值 |
| 4 | 总电压系数 | 0.95 | 总电压系数 |
| 5 | 旋变A方向 | 1 | 旋变A方向 |
| 6 | 温度校正比例系数 | 1 | 温度校正比例系数 |
| 7 | 温度偏移校正 | 0.02 | 温度偏移校正 |
| 8 | 启动速度 | 1000 | 启动速度 |
| 9 | 电流角度 | 0 | 电流角度 |
| 10 | 总电压标志 | 0 | 总电压标志 |
| 11 | 最大速度 | 4500 | 最大速度 |
| 12 | 转速方向标志 | 0 | 转速方向标志 |
| 13 | 电流保护点数 | 5 | 母线电流过流保护恢复时间 |
| 14 | 速度保护点数 | 5 | 超速保护恢复时间 |
| 15 | 速度计算点数 | 10 | 速度计算点数 |
| 16 | 转矩电流比 | 1 | 转矩电流比 |

### 蝶阀1副回路参数

#### 控制参数

| **序号** | **参数** | | **设定值** | **说明** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 电流环参数 | Kc系数 | 0.4 | 电流环Kc系数 |
| 2 | 阻尼系数 | 0 | 电流环阻尼系数 |
| 3 | 控制周期 | 1 | 电流环控制周期 |
| 4 | 积分周期 | 10 | 电流环积分周期 |
| 5 | 限幅值 | 10 | 电流环输出限幅值 |
| 6 | 位置环 | 比例系数 | 600 | 位置环比例系数 |
| 7 | 积分系数 | 0 | 位置环积分系数 |
| 8 | 控制周期 | 1 | 位置环控制周期 |
| 9 | 积分周期 | 10 | 位置环积分周期 |
| 10 | 限幅值 | 2.25 | 位置环输出限幅值 |
| 11 | 速度环 | 比例系数 | 5 | 速度环比例系数 |
| 12 | 积分系数 | 0.05 | 速度环积分系数 |
| 13 | 控制周期 | 10 | 速度环控制周期 |
| 14 | 积分周期 | 30 | 速度环积分周期 |
| 15 | 限幅值 | 1.4 | 速度环输出限幅值 |

#### 电机参数

| **序号** | **参数** | **设定值** | **说明** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 定子绕组相电阻标幺值 | 0.28 | 定子绕组相电阻标幺值 |
| 2 | D轴电感标幺值 | 0.1 | D轴电感标幺值 |
| 3 | Q轴电感标幺值 | 0.1 | Q轴电感标幺值 |
| 4 | 电机磁链标幺值 | 0.005 | 电机磁链标幺值 |
| 5 | Idq滤波频率 | 500 | Idq滤波频率 |
| 6 | 旋变A | 59008 | 电机旋变安装位置 |
| 7 | 旋变B | 1 | 旋变方向 |
| 8 | 电机极对数 | 5 | 电机极对数 |
| 9 | 旋变极对数 | 1 | 旋变极对数 |
| 10 | 直流侧电压 | 28 | 直流侧电压 |
| 11 | 速度限幅值 | 5000 | 速度限幅值 |
| 12 | 直流滤波 | 10 | 直流滤波 |
| 13 | 速度增加值 | 10000 | 速度增加值 |
| 14 | 死区时间 | 2 | 死区时间 |
| 15 | 载波周期 | 150 | 载波周期 |
| 16 | 电压基值 | 30 | 电压基值 |
| 17 | 电流基值 | 5 | 电流基值 |
| 18 | 速度基值 | 2000 | 速度基值 |
| 19 | 电流保护值 | 10 | 电流保护值 |
| 20 | 转速滤波 | 500 | 转速滤波 |
| 21 | 电流上升值 | 100 | 电流上升值 |
| 22 | 电流下降值 | 100 | 电流下降值 |
| 23 | 温度滤波 | 10 | 温度滤波 |
| 24 | 初始Id | 0 | 初始Id |
| 25 | 电压补偿 | 0 | 电压补偿 |
| 26 | 电流补偿 | 0 | 电流补偿 |
| 27 | 最大电流 | 7 | 最大电流 |
| 28 | 控制器温度保护值 | 100 | 控制器温度保护值 |

#### 模拟参数

| **序号** | **参数** | **设定值** | **说明** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | Vdc放大倍数 | 17.5 | Vdc放大倍数 |
| 2 | Vdc偏移量 | 0 | Vdc偏移量 |
| 3 | Idc放大倍数 | -9.08999634 | Idc放大倍数 |
| 4 | Idc偏移量 | 1.51499939 | Idc偏移量 |
| 5 | Isa放大倍数 | -9.08999634 | Isa放大倍数 |
| 6 | Isa偏移量 | 1.51499939 | Isa偏移量 |
| 7 | Isb放大倍数 | -9.08999634 | Isb放大倍数 |
| 8 | Isb偏移量 | 1.5 | Isb偏移量 |
| 9 | Isc放大倍数 | -9.08999634 | Isc放大倍数 |
| 10 | Isc偏移量 | 1.51000214 | Isc偏移量 |
| 11 | 过调制 | 0.9 | 过调制 |
| 12 | PWM\_A | 0 | A相占空比调整 |
| 13 | PWM\_B | 0 | B相占空比调整 |
| 14 | PWM\_C | 0 | C相占空比调整 |

#### 其他参数

| **序号** | **参数** | **设定值** | **说明** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 故障恢复点数 | 100000 | 故障恢复时间： |
| 2 | 直流电压下限 | 0 | 欠压保护设定值 |
| 3 | 直流电压上限 | 60 | 过压保护设定值 |
| 4 | 总电压系数 | 0.95 | 总电压系数 |
| 5 | 旋变A方向 | 1 | 旋变A方向 |
| 6 | 温度校正比例系数 | 1 | 温度校正比例系数 |
| 7 | 温度偏移校正 | 0.02 | 温度偏移校正 |
| 8 | 启动速度 | 1000 | 启动速度 |
| 9 | 电流角度 | 0 | 电流角度 |
| 10 | 总电压标志 | 0 | 总电压标志 |
| 11 | 最大速度 | 4500 | 最大速度 |
| 12 | 转速方向标志 | 0 | 转速方向标志 |
| 13 | 电流保护点数 | 5 | 母线电流过流保护恢复时间 |
| 14 | 速度保护点数 | 5 | 超速保护恢复时间 |
| 15 | 速度计算点数 | 10 | 速度计算点数 |
| 16 | 转矩电流比 | 1 | 转矩电流比 |

### 蝶阀2主回路参数

#### 控制参数

| **序号** | **参数** | | **设定值** | **说明** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 电流环参数 | Kc系数 | 0.4 | 电流环Kc系数 |
| 2 | 阻尼系数 | 0 | 电流环阻尼系数 |
| 3 | 控制周期 | 1 | 电流环控制周期 |
| 4 | 积分周期 | 10 | 电流环积分周期 |
| 5 | 限幅值 | 10 | 电流环输出限幅值 |
| 6 | 位置环 | 比例系数 | 600 | 位置环比例系数 |
| 7 | 积分系数 | 0 | 位置环积分系数 |
| 8 | 控制周期 | 1 | 位置环控制周期 |
| 9 | 积分周期 | 10 | 位置环积分周期 |
| 10 | 限幅值 | 2.25 | 位置环输出限幅值 |
| 11 | 速度环 | 比例系数 | 5 | 速度环比例系数 |
| 12 | 积分系数 | 0.05 | 速度环积分系数 |
| 13 | 控制周期 | 10 | 速度环控制周期 |
| 14 | 积分周期 | 30 | 速度环积分周期 |
| 15 | 限幅值 | 1.4 | 速度环输出限幅值 |

#### 电机参数

| **序号** | **参数** | **设定值** | **说明** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 定子绕组相电阻标幺值 | 0.28 | 定子绕组相电阻标幺值 |
| 2 | D轴电感标幺值 | 0.1 | D轴电感标幺值 |
| 3 | Q轴电感标幺值 | 0.1 | Q轴电感标幺值 |
| 4 | 电机磁链标幺值 | 0.005 | 电机磁链标幺值 |
| 5 | Idq滤波频率 | 500 | Idq滤波频率 |
| 6 | 旋变A | 6224 | 电机旋变安装位置 |
| 7 | 旋变B | 1 | 旋变方向 |
| 8 | 电机极对数 | 5 | 电机极对数 |
| 9 | 旋变极对数 | 1 | 旋变极对数 |
| 10 | 直流侧电压 | 28 | 直流侧电压 |
| 11 | 速度限幅值 | 5000 | 速度限幅值 |
| 12 | 直流滤波 | 10 | 直流滤波 |
| 13 | 速度增加值 | 10000 | 速度增加值 |
| 14 | 死区时间 | 2 | 死区时间 |
| 15 | 载波周期 | 150 | 载波周期 |
| 16 | 电压基值 | 30 | 电压基值 |
| 17 | 电流基值 | 5 | 电流基值 |
| 18 | 速度基值 | 2000 | 速度基值 |
| 19 | 电流保护值 | 10 | 电流保护值 |
| 20 | 转速滤波 | 500 | 转速滤波 |
| 21 | 电流上升值 | 100 | 电流上升值 |
| 22 | 电流下降值 | 100 | 电流下降值 |
| 23 | 温度滤波 | 10 | 温度滤波 |
| 24 | 初始Id | 0 | 初始Id |
| 25 | 电压补偿 | 0 | 电压补偿 |
| 26 | 电流补偿 | 0 | 电流补偿 |
| 27 | 最大电流 | 7 | 最大电流 |
| 28 | 控制器温度保护值 | 100 | 控制器温度保护值 |

#### 模拟参数

| **序号** | **参数** | **设定值** | **说明** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | Vdc放大倍数 | 17.5 | Vdc放大倍数 |
| 2 | Vdc偏移量 | 0 | Vdc偏移量 |
| 3 | Idc放大倍数 | -9.08999634 | Idc放大倍数 |
| 4 | Idc偏移量 | 1.51499939 | Idc偏移量 |
| 5 | Isa放大倍数 | -9.08999634 | Isa放大倍数 |
| 6 | Isa偏移量 | 1.51499939 | Isa偏移量 |
| 7 | Isb放大倍数 | -9.08999634 | Isb放大倍数 |
| 8 | Isb偏移量 | 1.5 | Isb偏移量 |
| 9 | Isc放大倍数 | -9.08999634 | Isc放大倍数 |
| 10 | Isc偏移量 | 1.51000214 | Isc偏移量 |
| 11 | 过调制 | 0.9 | 过调制 |
| 12 | PWM\_A | 0 | A相占空比调整 |
| 13 | PWM\_B | 0 | B相占空比调整 |
| 14 | PWM\_C | 0 | C相占空比调整 |

#### 其他参数

| **序号** | **参数** | **设定值** | **说明** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 故障恢复点数 | 100000 | 故障恢复时间： |
| 2 | 直流电压下限 | 0 | 欠压保护设定值 |
| 3 | 直流电压上限 | 60 | 过压保护设定值 |
| 4 | 总电压系数 | 0.95 | 总电压系数 |
| 5 | 旋变A方向 | 1 | 旋变A方向 |
| 6 | 温度校正比例系数 | 1 | 温度校正比例系数 |
| 7 | 温度偏移校正 | 0.02 | 温度偏移校正 |
| 8 | 启动速度 | 1000 | 启动速度 |
| 9 | 电流角度 | 0 | 电流角度 |
| 10 | 总电压标志 | 0 | 总电压标志 |
| 11 | 最大速度 | 4500 | 最大速度 |
| 12 | 转速方向标志 | 0 | 转速方向标志 |
| 13 | 电流保护点数 | 5 | 母线电流过流保护恢复时间 |
| 14 | 速度保护点数 | 5 | 超速保护恢复时间 |
| 15 | 速度计算点数 | 10 | 速度计算点数 |
| 16 | 转矩电流比 | 1 | 转矩电流比 |

### 蝶阀2副回路参数

#### 控制参数

| **序号** | **参数** | | **设定值** | **说明** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 电流环参数 | Kc系数 | 0.4 | 电流环Kc系数 |
| 2 | 阻尼系数 | 0 | 电流环阻尼系数 |
| 3 | 控制周期 | 1 | 电流环控制周期 |
| 4 | 积分周期 | 10 | 电流环积分周期 |
| 5 | 限幅值 | 10 | 电流环输出限幅值 |
| 6 | 位置环 | 比例系数 | 600 | 位置环比例系数 |
| 7 | 积分系数 | 0 | 位置环积分系数 |
| 8 | 控制周期 | 1 | 位置环控制周期 |
| 9 | 积分周期 | 10 | 位置环积分周期 |
| 10 | 限幅值 | 2.25 | 位置环输出限幅值 |
| 11 | 速度环 | 比例系数 | 5 | 速度环比例系数 |
| 12 | 积分系数 | 0.05 | 速度环积分系数 |
| 13 | 控制周期 | 10 | 速度环控制周期 |
| 14 | 积分周期 | 30 | 速度环积分周期 |
| 15 | 限幅值 | 1.4 | 速度环输出限幅值 |

#### 电机参数

| **序号** | **参数** | **设定值** | **说明** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 定子绕组相电阻标幺值 | 0.28 | 定子绕组相电阻标幺值 |
| 2 | D轴电感标幺值 | 0.1 | D轴电感标幺值 |
| 3 | Q轴电感标幺值 | 0.1 | Q轴电感标幺值 |
| 4 | 电机磁链标幺值 | 0.005 | 电机磁链标幺值 |
| 5 | Idq滤波频率 | 500 | Idq滤波频率 |
| 6 | 旋变A | 6224 |  |
| 7 | 旋变B | 1 |  |
| 8 | 电机极对数 | 5 | 电机极对数 |
| 9 | 旋变极对数 | 1 | 旋变极对数 |
| 10 | 直流侧电压 | 28 | 直流侧电压 |
| 11 | 速度限幅值 | 5000 | 速度限幅值 |
| 12 | 直流滤波 | 10 | 直流滤波 |
| 13 | 速度增加值 | 10000 | 速度增加值 |
| 14 | 死区时间 | 2 | 死区时间 |
| 15 | 载波周期 | 150 | 载波周期 |
| 16 | 电压基值 | 30 | 电压基值 |
| 17 | 电流基值 | 5 | 电流基值 |
| 18 | 速度基值 | 2000 | 速度基值 |
| 19 | 电流保护值 | 10 | 电流保护值 |
| 20 | 转速滤波 | 500 | 转速滤波 |
| 21 | 电流上升值 | 100 | 电流上升值 |
| 22 | 电流下降值 | 100 | 电流下降值 |
| 23 | 温度滤波 | 10 | 温度滤波 |
| 24 | 初始Id | 0 | 初始Id |
| 25 | 电压补偿 | 0 | 电压补偿 |
| 26 | 电流补偿 | 0 | 电流补偿 |
| 27 | 最大电流 | 7 | 最大电流 |
| 28 | 控制器温度保护值 | 100 | 控制器温度保护值 |

#### 模拟参数

| **序号** | **参数** | **设定值** | **说明** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | Vdc放大倍数 | 17.5 | Vdc放大倍数 |
| 2 | Vdc偏移量 | 0 | Vdc偏移量 |
| 3 | Idc放大倍数 | -9.08999634 | Idc放大倍数 |
| 4 | Idc偏移量 | 1.51499939 | Idc偏移量 |
| 5 | Isa放大倍数 | -9.08999634 | Isa放大倍数 |
| 6 | Isa偏移量 | 1.51499939 | Isa偏移量 |
| 7 | Isb放大倍数 | -9.08999634 | Isb放大倍数 |
| 8 | Isb偏移量 | 1.5 | Isb偏移量 |
| 9 | Isc放大倍数 | -9.08999634 | Isc放大倍数 |
| 10 | Isc偏移量 | 1.51000214 | Isc偏移量 |
| 11 | 过调制 | 0.9 | 过调制 |
| 12 | PWM\_A | 0 | A相占空比调整 |
| 13 | PWM\_B | 0 | B相占空比调整 |
| 14 | PWM\_C | 0 | C相占空比调整 |

#### 其他参数

| **序号** | **参数** | **设定值** | **说明** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 故障恢复点数 | 100000 | 故障恢复时间： |
| 2 | 直流电压下限 | 0 | 欠压保护设定值 |
| 3 | 直流电压上限 | 60 | 过压保护设定值 |
| 4 | 总电压系数 | 0.95 | 总电压系数 |
| 5 | 旋变A方向 | 1 | 旋变A方向 |
| 6 | 温度校正比例系数 | 1 | 温度校正比例系数 |
| 7 | 温度偏移校正 | 0.02 | 温度偏移校正 |
| 8 | 启动速度 | 1000 | 启动速度 |
| 9 | 电流角度 | 0 | 电流角度 |
| 10 | 总电压标志 | 0 | 总电压标志 |
| 11 | 最大速度 | 4500 | 最大速度 |
| 12 | 转速方向标志 | 0 | 转速方向标志 |
| 13 | 电流保护点数 | 5 | 母线电流过流保护恢复时间 |
| 14 | 速度保护点数 | 5 | 超速保护恢复时间 |
| 15 | 速度计算点数 | 10 | 速度计算点数 |
| 16 | 转矩电流比 | 1 | 转矩电流比 |

### 泵电机主回路参数

#### 控制参数

| **序号** | **参数** | | **设定值** | **说明** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 电流环参数 | Kc系数 | 0.4 | 电流环Kc系数 |
| 2 | 阻尼系数 | 0 | 电流环阻尼系数 |
| 3 | 控制周期 | 1 | 电流环控制周期 |
| 4 | 积分周期 | 10 | 电流环积分周期 |
| 5 | 限幅值 | 15 | 电流环输出限幅值 |
| 6 | 速度环 | 比例系数 | 3 | 速度环比例系数 |
| 7 | 积分系数 | 0.02 | 速度环积分系数 |
| 8 | 控制周期 | 10 | 速度环控制周期 |
| 9 | 积分周期 | 10 | 速度环积分周期 |
| 10 | 限幅值 | 1 | 速度环输出限幅值 |

#### 电机参数

| **序号** | **参数** | **设定值** | **说明** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 定子绕组相电阻标幺值 | 0.28 | 定子绕组相电阻标幺值 |
| 2 | D轴电感标幺值 | 0.4 | D轴电感标幺值 |
| 3 | Q轴电感标幺值 | 0.4 | Q轴电感标幺值 |
| 4 | 电机磁链标幺值 | 0.04 | 电机磁链标幺值 |
| 5 | Idq滤波频率 | 500 | Idq滤波频率 |
| 6 | 旋变A | 36800 | 电机旋变安装位置 |
| 7 | 旋变B | 1 | 旋变方向 |
| 8 | 电机极对数 | 4 | 电机极对数 |
| 9 | 旋变极对数 | 1 | 旋变极对数 |
| 10 | 直流侧电压 | 270 | 直流侧电压，2024年8月份复查时为30，9月5日措施验证前修改为270 |
| 11 | 速度限幅值 | 8000 | 速度限幅值 |
| 12 | 直流滤波 | 10 | 直流滤波 |
| 13 | 速度增加值 | 4500 | 速度增加值 |
| 14 | 死区时间 | 2 | 死区时间 |
| 15 | 载波周期 | 150 | 载波周期 |
| 16 | 电压基值 | 300 | 电压基值 |
| 17 | 电流基值 | 20 | 电流基值 |
| 18 | 速度基值 | 2000 | 速度基值 |
| 19 | 电流保护值 | 23 | 电流保护值 |
| 20 | 转速滤波 | 500 | 转速滤波 |
| 21 | 电流上升值 | 100 | 电流上升值 |
| 22 | 电流下降值 | 100 | 电流下降值 |
| 23 | 温度滤波 | 10 | 温度滤波 |
| 24 | 初始Id | 0 | 初始Id |
| 25 | 电压补偿 | 10.8 | 电压补偿 |
| 26 | 电流补偿 | 0 | 电流补偿 |
| 27 | 最大电流 | 18 | 最大电流 |
| 28 | 控制器温度保护值 | 100 | 控制器温度保护值 |

#### 模拟参数

| **序号** | **参数** | **设定值** | **说明** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | Vdc放大倍数 | 131.550003 | Vdc放大倍数 |
| 2 | Vdc偏移量 | 0 | Vdc偏移量 |
| 3 | Idc放大倍数 | -16.6660004 | Idc放大倍数 |
| 4 | Idc偏移量 | 1.52500153 | Idc偏移量 |
| 5 | Isa放大倍数 | -16.6660004 | Isa放大倍数 |
| 6 | Isa偏移量 | 1.53499603 | Isa偏移量 |
| 7 | Isb放大倍数 | -16.6660004 | Isb放大倍数 |
| 8 | Isb偏移量 | 1.51499939 | Isb偏移量 |
| 9 | Isc放大倍数 | -16.6660004 | Isc放大倍数 |
| 10 | Isc偏移量 | 1.52500153 | Isc偏移量 |
| 11 | 过调制 | 0.9 | 过调制 |
| 12 | PWM\_A | 0 | A相占空比调整 |
| 13 | PWM\_B | 0 | B相占空比调整 |
| 14 | PWM\_C | 0 | C相占空比调整 |

#### 其他参数

| **序号** | **参数** | **设定值** | **说明** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 故障恢复点数 | 100000 | 故障恢复时间： |
| 2 | 直流电压下限 | 200 | 欠压保护设定值 |
| 3 | 直流电压上限 | 400 | 过压保护设定值 |
| 4 | 总电压系数 | 0.95 | 总电压系数 |
| 5 | 旋变A方向 | 0 | 旋变A方向 |
| 6 | 温度校正比例系数 | 1 | 温度校正比例系数 |
| 7 | 温度偏移校正 | 0.02 | 温度偏移校正 |
| 8 | 启动速度 | 1000 | 启动速度 |
| 9 | 电流角度 | 0 | 电流角度 |
| 10 | 总电压标志 | 0 | 总电压标志 |
| 11 | 最大速度 | 7500 | 最大速度 |
| 12 | 转速方向标志 | 0 | 转速方向标志 |
| 13 | 电流保护点数 | 5 | 母线电流过流保护恢复时间 |
| 14 | 速度保护点数 | 5 | 超速保护恢复时间 |
| 15 | 速度计算点数 | 10 | 速度计算点数 |
| 16 | 转矩电流比 | 1 | 转矩电流比 |

### 泵电机副回路参数

#### 控制参数

| **序号** | **参数** | | **设定值** | **说明** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 电流环参数 | Kc系数 | 0.4 | 电流环Kc系数 |
| 2 | 阻尼系数 | 0 | 电流环阻尼系数 |
| 3 | 控制周期 | 1 | 电流环控制周期 |
| 4 | 积分周期 | 10 | 电流环积分周期 |
| 5 | 限幅值 | 15 | 电流环输出限幅值 |
| 6 | 速度环 | 比例系数 | 3 | 速度环比例系数 |
| 7 | 积分系数 | 0.02 | 速度环积分系数 |
| 8 | 控制周期 | 10 | 速度环控制周期 |
| 9 | 积分周期 | 10 | 速度环积分周期 |
| 10 | 限幅值 | 1 | 速度环输出限幅值 |

#### 电机参数

| **序号** | **参数** | **设定值** | **说明** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 定子绕组相电阻标幺值 | 0.28 | 定子绕组相电阻标幺值 |
| 2 | D轴电感标幺值 | 0.4 | D轴电感标幺值 |
| 3 | Q轴电感标幺值 | 0.4 | Q轴电感标幺值 |
| 4 | 电机磁链标幺值 | 0.04 | 电机磁链标幺值 |
| 5 | Idq滤波频率 | 500 | Idq滤波频率 |
| 6 | 旋变A | 20576 | 电机旋变安装位置 |
| 7 | 旋变B | 1 | 旋变方向 |
| 8 | 电机极对数 | 4 | 电机极对数 |
| 9 | 旋变极对数 | 1 | 旋变极对数 |
| 10 | 直流侧电压 | 270 | 直流侧电压，2024年8月份复查时为30，9月5日措施验证前修改为270 |
| 11 | 速度限幅值 | 8000 | 速度限幅值 |
| 12 | 直流滤波 | 10 | 直流滤波 |
| 13 | 速度增加值 | 4500 | 速度增加值 |
| 14 | 死区时间 | 2 | 死区时间 |
| 15 | 载波周期 | 150 | 载波周期 |
| 16 | 电压基值 | 300 | 电压基值 |
| 17 | 电流基值 | 20 | 电流基值 |
| 18 | 速度基值 | 2000 | 速度基值 |
| 19 | 电流保护值 | 23 | 电流保护值 |
| 20 | 转速滤波 | 500 | 转速滤波 |
| 21 | 电流上升值 | 100 | 电流上升值 |
| 22 | 电流下降值 | 100 | 电流下降值 |
| 23 | 温度滤波 | 10 | 温度滤波 |
| 24 | 初始Id | 0 | 初始Id |
| 25 | 电压补偿 | 10.8 | 电压补偿 |
| 26 | 电流补偿 | 0 | 电流补偿 |
| 27 | 最大电流 | 18 | 最大电流 |
| 28 | 控制器温度保护值 | 100 | 控制器温度保护值 |

#### 模拟参数

| **序号** | **参数** | **设定值** | **说明** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | Vdc放大倍数 | 131.550003 | Vdc放大倍数 |
| 2 | Vdc偏移量 | 0 | Vdc偏移量 |
| 3 | Idc放大倍数 | -16.6660004 | Idc放大倍数 |
| 4 | Idc偏移量 | 1.51999664 | Idc偏移量 |
| 5 | Isa放大倍数 | -16.6660004 | Isa放大倍数 |
| 6 | Isa偏移量 | 1.52499390 | Isa偏移量 |
| 7 | Isb放大倍数 | -16.6660004 | Isb放大倍数 |
| 8 | Isb偏移量 | 1.52500153 | Isb偏移量 |
| 9 | Isc放大倍数 | -16.6660004 | Isc放大倍数 |
| 10 | Isc偏移量 | 1.52500153 | Isc偏移量 |
| 11 | 过调制 | 0.9 | 过调制 |
| 12 | PWM\_A | 0 | A相占空比调整 |
| 13 | PWM\_B | 0 | B相占空比调整 |
| 14 | PWM\_C | 0 | C相占空比调整 |

#### 其他参数

| **序号** | **参数** | **设定值** | **说明** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 故障恢复点数 | 100000 | 故障恢复时间： |
| 2 | 直流电压下限 | 200 | 欠压保护设定值 |
| 3 | 直流电压上限 | 400 | 过压保护设定值 |
| 4 | 总电压系数 | 0.95 | 总电压系数 |
| 5 | 旋变A方向 | 0 | 旋变A方向 |
| 6 | 温度校正比例系数 | 1 | 温度校正比例系数 |
| 7 | 温度偏移校正 | 0.02 | 温度偏移校正 |
| 8 | 启动速度 | 1000 | 启动速度 |
| 9 | 电流角度 | 0 | 电流角度 |
| 10 | 总电压标志 | 0 | 总电压标志 |
| 11 | 最大速度 | 7500 | 最大速度 |
| 12 | 转速方向标志 | 0 | 转速方向标志 |
| 13 | 电流保护点数 | 5 | 母线电流过流保护恢复时间 |
| 14 | 速度保护点数 | 5 | 超速保护恢复时间 |
| 15 | 速度计算点数 | 10 | 速度计算点数 |
| 16 | 转矩电流比 | 1 | 转矩电流比 |

# 复查结论

在燃油系统联试和联合动力试验期间，两台控制器（231001#、231002#）所烧写的代码均是重庆大学提供的最新烧写码，并于同一时间同一地点烧录。此外，复查两台控制器软件参数，231001#直流侧电压阐述为270，231002#直流侧电压参数为30（于2024年8月归零期间修改为270）。总上所述，在燃油系统联试和2024年9月5日归零措施验证过程中软硬件状态一致，不存在差异。