

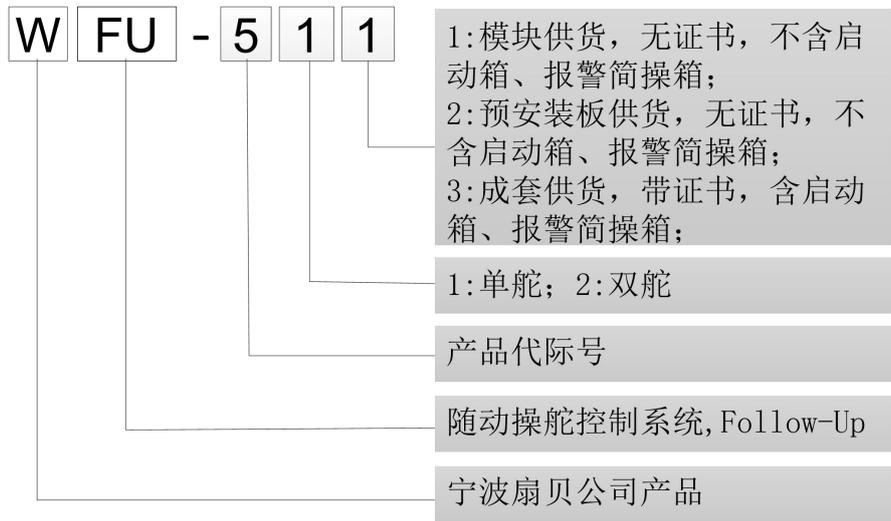
WFU-500 随动操舵控制系统

一、产品介绍

WF-500 随动操舵控制系统用于将舵令由驾驶室传至舵机装置动力设备，由随动舵轮、舵角反馈器、舵角表、随动操舵单元等组成，使用时通过随动舵轮给出舵令，随动控制单元对比实际舵角，输出指令控制左右电磁阀，不断调整舵机角度，从而实现舵机跟随舵轮指令转动。产品可广泛应用于各类船舶的液压舵机系统，具有控制精度高、适配范围广、使用简单等优点。



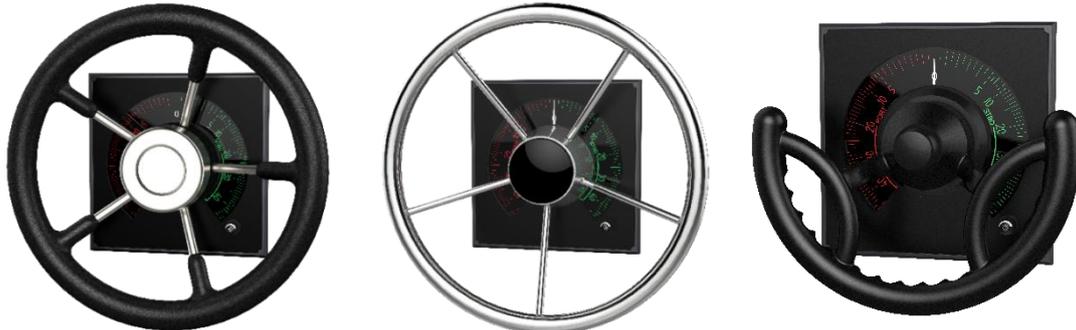
图 1 随动操舵控制系统组成



电源	24VDC±2V	功耗	<10W
控制精度	0.5°	操舵范围	±45°
IP 等级	IP56 或 IP22	电磁阀信号	24VDC, ≤2A
通信信号	CAN	最远通信距离	200m
工作温度	0~55℃	存储温度	-20~70℃

作为一款基于 CAN 总线技术的随动操舵控制系统，产品具有以下几个优点：

- 多种舵轮外观可选，满足您的个性化需求；



塑胶舵轮

不锈钢舵轮

铝合金舵轮

图 2 舵轮选型

- 参数可设置，满足不同液压舵机的控制；



图 3 随动操舵单元

可设置参数包括最大舵角、满舵时间、舵角灵敏度、随动灵敏度、微调系数等，可以适配任何液压舵机，确保打舵精度在 0.5° 以内。带标定模式，可以及时对舵轮、反馈器进行标定，即时经过长时间使用，仍可保证控制精度。

- 智能回舵算法，有效解决随动舵振荡问题；

不论是摆缸式、拨叉式液压舵机，由于液压系统回路和随动灵敏度的不匹配都会带来随动舵振荡问题，导致船舶蛇行或者舵机损坏。智能回舵算法集合十多年实船应用经验，采用软件的方式嵌入到控制器中，即时您是一个新手也可以轻松应对。

- 机舱反馈器通过数字信号传输，通信距离远。

现代船舶机舱电磁环境复杂，数字通信可以有效减少干扰，确保舵角信号稳定传输。



图 4 应用对象场景

二、解决方案及配置

✓ 单舵随动

适用对象：带电磁阀的液压舵机。



图 5 单舵随动控制系统组成

配置方案		
随动舵轮	WLF-150	必选，有铝合金、不锈钢、塑胶不同舵轮样式可选
舵角反馈器	WSS-R106	必选，标配 5 米线缆，数字信号输出，带舵机连接杆
随动操舵单元	WCU-500	必选，带参数设置及标定
舵角表	WEI-96R	可选，4~20mA 输入信号，0.5 或 1.5° 指示精度可选
舵角表调光器	WDM-96P	可选，铝合金面板

✓ 旧船改造随动操舵控制系统解决方案

适用对象：带电磁阀的液压舵机，原来通过手柄开关进行左右舵控制，现可以升级为随动操舵。若原来是液压舵机不是电动液压舵机，采用机带泵的方式，则不适用本方案。

简单操舵方式原理



图6 非随动控制系统示意图

如图所示，传统的简单操舵方式采用手柄或者手轮开关控制电磁阀的通断，打舵时需要长时间保持，如果松开则电磁阀立即断开，不仅手柄容易损坏而且操舵人员容易疲劳。通过改造后的随动操舵系统如下图所示：

旧船改造随动操舵原理图



图7 旧船改造随动控制系统示意图

通过加装模式选择开关，可以兼容船上现有的简单操舵系统，方案具有以下优点：

- 操舵更省力，手力操舵方向盘一般要旋转数圈，而随动操舵可以单手操作，旋转较小角度就可以改变舵角；
- 可以保持现有的手力操舵装置，实现多模式操舵，保障航行安全；
- 一键校准，方便安装；

对于采用传统手力操舵的船舶，我们建议安装电动液压舵机和电磁阀，与传统手力操舵相比，具有以下几个优势：

- 1、采用电磁阀控制舵机，避免液压油管进驾驶舱，降低噪音，提高舒适性；
- 2、对于高速艇来说，采用随动舵系统，避免液压油管进驾驶舱，可以减重 20kg 以上；
- 3、系统兼容性好，若升级成自动舵系统，仅需增加显示模块即可，其他模块仍通用。

配置方案		
随动舵轮	WLF-150	必选，有铝合金、不锈钢、塑胶不同舵轮样式可选
舵角反馈器	WSS-R106	必选，标配 5 米线缆，数字信号输出，带舵机连接杆
随动操舵单元	WCU-500	必选，带参数设置及标定
模式选择开关	WLF-75M	必选，2 档模式选择：随动、非随动
非随动操舵手柄	WLF-75N	必选，应急操舵

✓ 双舵独立随动操舵控制系统解决方案

适用对象：双体船等两个舵机无法通过机械连杆串接的，或者对机动性能要求较高的船艇。

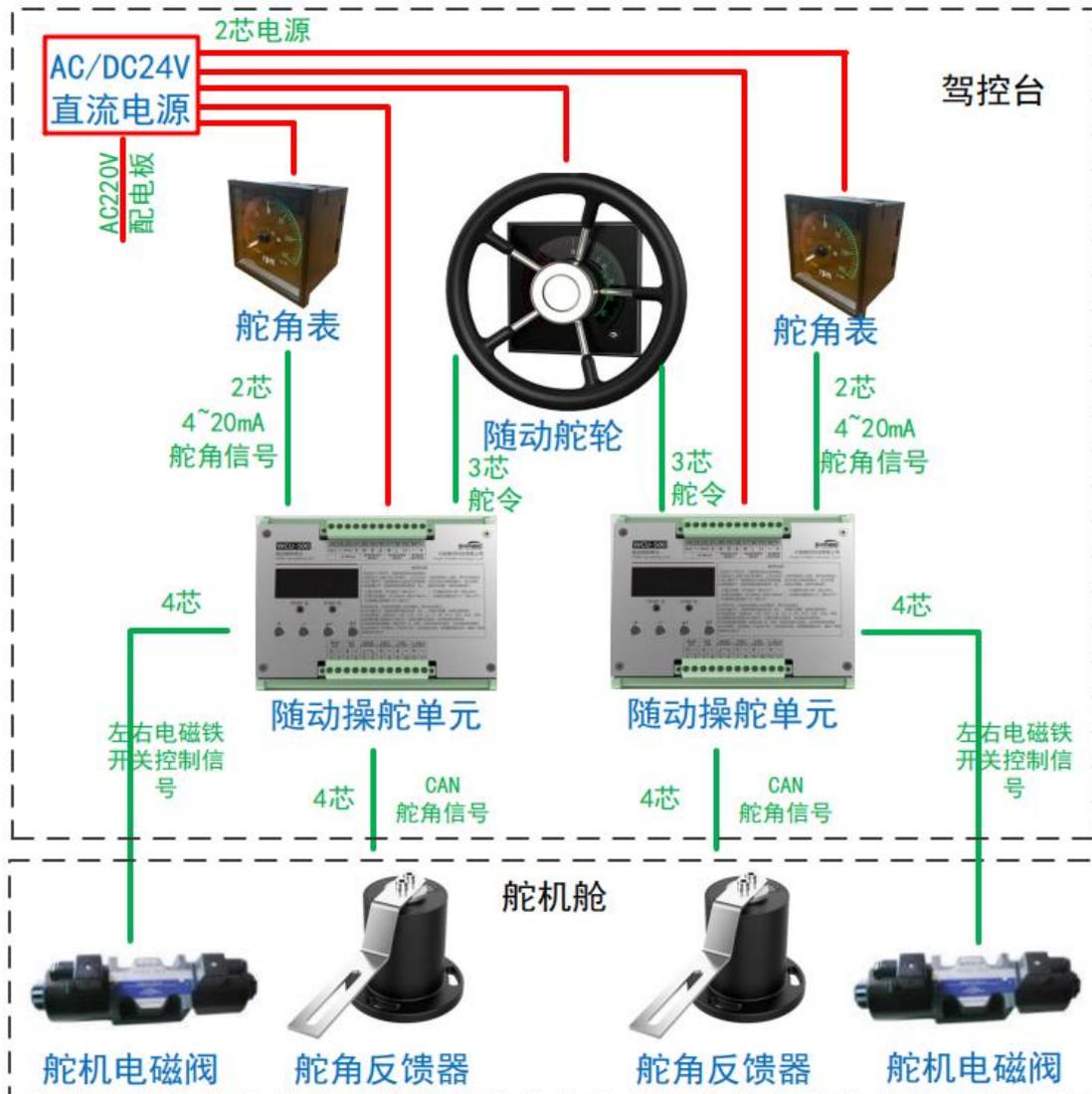


图 8 双舵随动控制系统组成

- 双路控制系统完全独立，两个舵可以独立控制，也可以同步控制；
- 模块间采用数字通信，最远通信距离长达 400 米；
- 内置先进控制算法，有效解决随动舵振荡问题。

配置方案		
随动舵轮	WLF-150-2	必选，双通道输出，有铝合金、不锈钢、塑胶样式可选
舵角反馈器	WSS-R106	2 个必选，标配 5 米线缆，数字信号输出，带舵机连接杆
随动操舵单元	WCU-500	2 个必选，带参数设置及标定
舵角表	WEI-96R	可选，4~20mA 输入信号，0.5 或 1.5° 指示精度
舵角表调光器	WDM-96P	可选，铝合金面板

三、外形尺寸

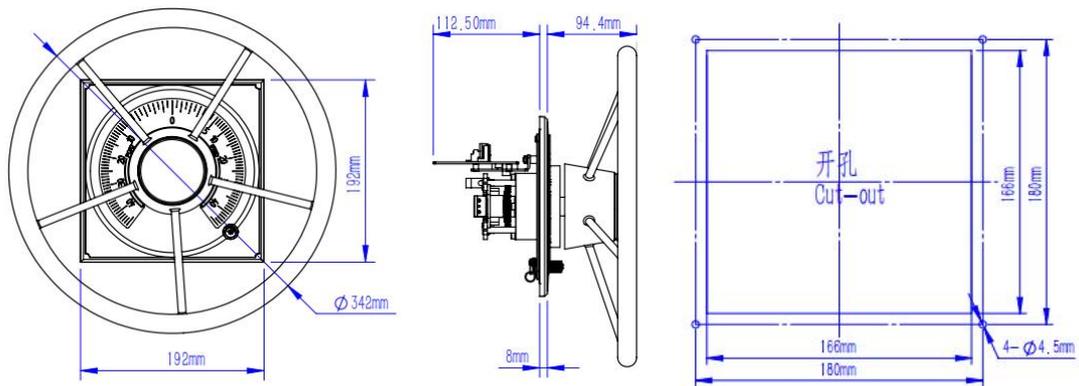


图9 不锈钢舵轮外形、开孔尺寸图

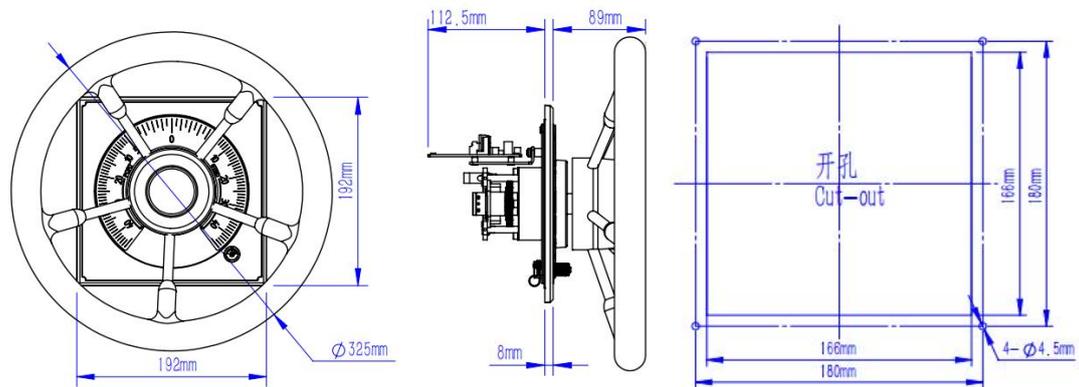


图10 塑胶舵轮外形、开孔尺寸图

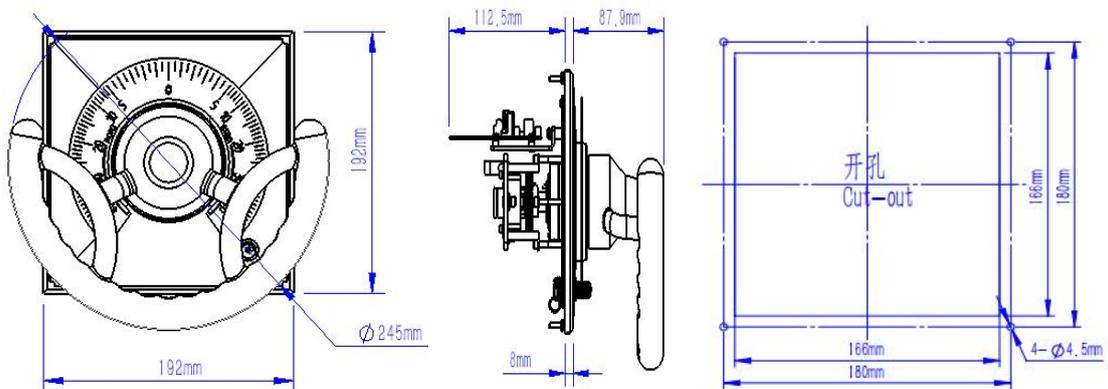


图11 铝合金舵轮外形、开孔尺寸图

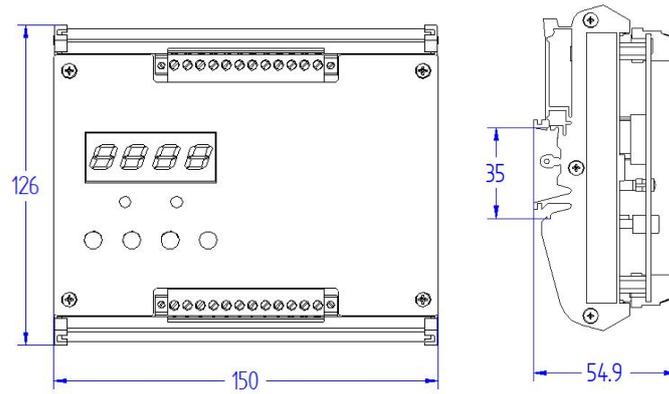


图 12 随动操舵单元外形、安装尺寸图

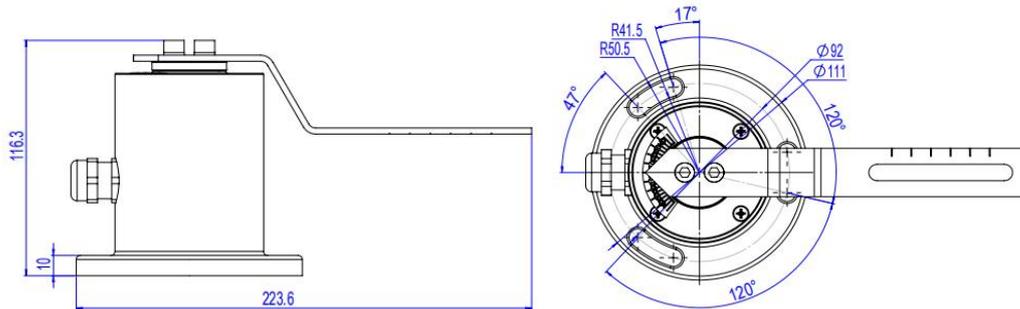


图 13 舵角反馈器外形、安装尺寸图

四、安装

➤ 随动舵轮的安装

1. 在驾控台选择合适位置开孔，注意内部预留足够空间，确保不发生干涉；
2. 将台面与舵轮面板接触部分的油漆打磨，确保金属裸露可以和安装面板可靠接触；
3. 将随动舵轮从反面用 4 个 M4 螺母固定，待接线、调试工作完成后可以锁紧。

➤ 随动操舵单元的安装

1. 在驾控台内部底板选择合适位置用 DIN35 导轨水平固定；
2. 建议上下线槽间距不小于 200mm，推荐使用 0.5~1 平方线缆接线，并用冷压端子连接；

➤ 舵角反馈器的安装

1. 根据舵机的类型选择合适安装位置，先将舵打直，舵角保持在中位，请参照如下示意图，舵柄中心到反馈器中心的距离 $AC=BD$ ，长度=500MM 左右， $AB=CD$ 长度=150MM 左右，形成一个平行四边形 ABCD，否则舵角反馈线性误差大，左右不对称。

- 1) 摆缸式舵机：摆缸式舵机舵角反馈器适合安装在舵杆的前后侧。

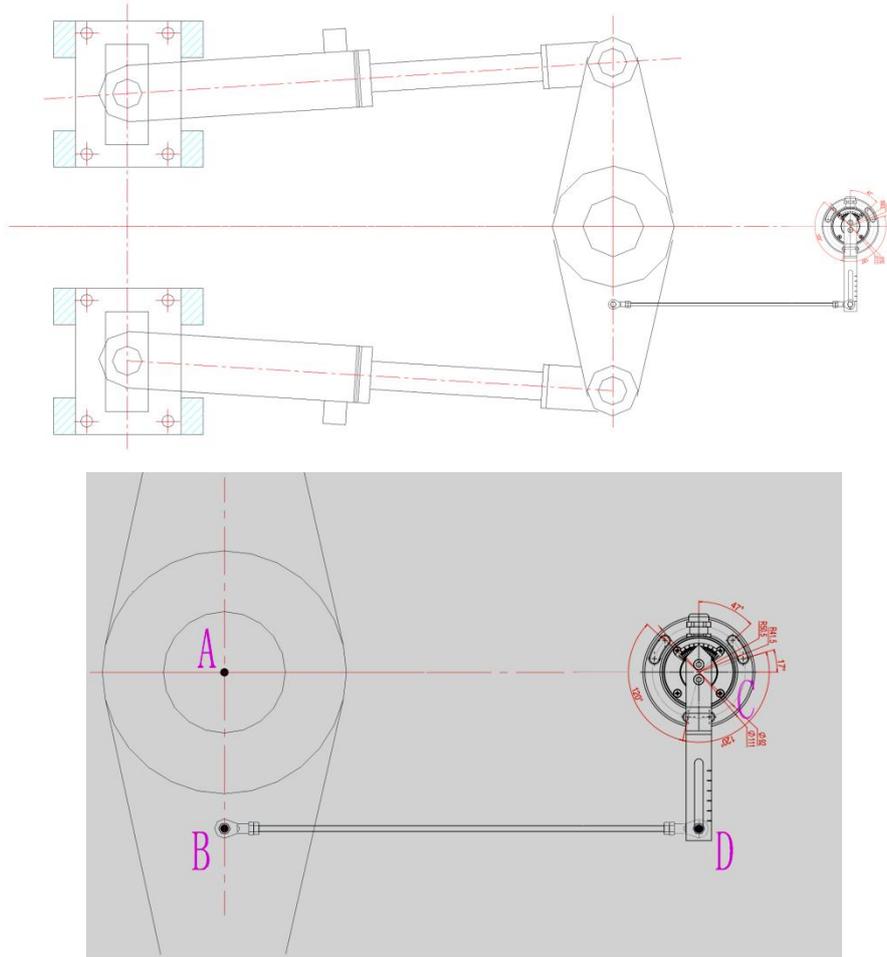
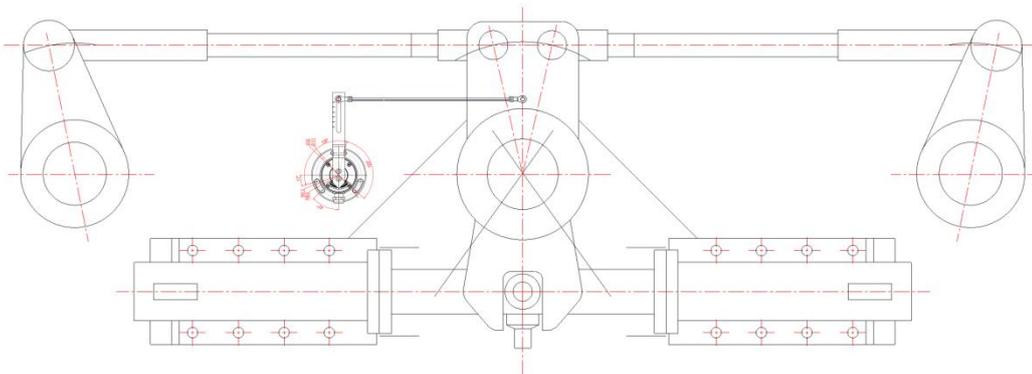


图 14 摆缸式舵机与舵角反馈器连接示意图

2. 拨叉式舵机舵角反馈器的安装：拨叉式舵机舵角反馈器适合安装在舵杆的左右侧。



2) 操舵接口单元上有 2x12P 接线端子, 定义如下:

序号	标识	用途
1	MAIN24V +	主电源 24V 输入
2	MAIN24V -	主电源 0V 输入
3	AUX. 24V +	备用电源 24V 输入
4	AUX. 24V -	备用电源 0V 输入
5	ERROR CONNACT NO	无源报警信号输出 (常开)
6	ERROR CONNACT COM	无源报警信号输出 (公共端)
7	PORT OUTPUT +	左舵驱动信号 24V 输出
8	PORT OUTPUT -	左舵驱动信号 0V 输出
9	STBD OUTPUT +	右舵驱动信号 24V 输出
10	STBD OUTPUT -	右舵驱动信号 0V 输出
11	4-20mA OUTPUT +	舵角信号电流正极输出
12	4-20mA OUTPUT -	舵角信号电流负极输出
13	POWER OUTPUT +	电源 24V 输出 (负载电流 0.5A)
14	POWER OUTPUT -	电源 0V 输出
15	NMEA2000 INPUT H	CAN 通信总线 H, 接收舵角信号
16	NMEA2000 INPUT L	CAN 通信总线 L, 接收舵角信号
17	PGND	保护地
18	NMEA0183 INPUT A	485 通信总线 A, 接收舵角信号
19	NMEA0183 INPUT B	485 通信总线 B, 接收舵角信号
20	PGND	保护地
21	FU Wheel +	接舵轮 Ref+端口
22	FU Wheel Wiper	接舵轮 Wiper 端口
23	FU Wheel -	接舵轮 Ref-端口
24	NULL	未用

六、调试及使用

1. 系统供电 24VDC \pm 2V, 电磁阀控制为有源输出;
2. 双舵随动控制系统中, 随动操舵单元与舵轮电位计一一对应, 不可互换;
3. 第一次使用时, 需要检查左、右舵驱动信号输出, 若信号接反, 容易引起反方向打满舵;
4. 为防止舵机电磁阀负载过大, 随动操舵单元产品出厂时, 一般配有继电器, 驱动信号经继电器输出控制舵机电磁阀;
5. 随动操舵单元包括运行-设置-标定 3 种模式, 上电为运行模式, 长按 M 键进入设置模式, 再次长按退出;
6. 在运行模式下, 数码管显示当前实际舵角值, LED 灯指示电磁阀输出, 左红右绿;
7. 在设置模式下, 短按 M 键选择设置项, 按+、-键进行调整, 按回车键保存;
 - (1) 设置最大舵角, 45° 或 35° (默认 45°)
 - (2) 设置满舵时间 0-28s (默认 20s)
 - (3) 设置舵机灵敏度, 25-500ms (默认 100ms)
 - (4) 设置随动灵敏度 0.5-2° (默认 0.5°)
 - (5) 设置微调区域系数 5-10 (默认 5)
8. 打开随动操舵单元铝合金外壳, 长按 MODE 按键进入标定模式, 再次长按退出;
9. 在标定模式下, 短按 M 键切换标定项, 按+、-键进行调整, 按回车键保存, L 代表左, R 代表右;

(1) 标定舵轮，包括 L40、L30、L20、L10、L5、0、R5、R10、R20、R30、R40、已设置的最大舵角（45° 或 30°），标定过程中闪烁 A，标定结束后常亮 A

(2) 标定舵角反馈器，包括 L40、0、R40，标定过程中闪烁 B，标定结束后常亮 B。

产品出厂时，已经标定完成，若需要重新标定，请在厂家技术指导下进行！

- 系统连接之后，驱动电路板上数码管正常显示舵角值；
- 若驱动电路板上数码管显示 ER1，表示没有舵角信号；
- 若驱动电路板上数码管显示 ER2，表示舵角值超出正常范围；
- 若驱动电路板上数码管显示 ER3，表示没有舵轮电位计信号；
- 若驱动电路板上数码管显示 ER4，表示驱动信号超载；

七、故障维修

序号	故障现象	维修方法	备注
1	系统上电直接打满舵	检查电位器是否损坏 按流程重新标定	
2	实际打舵角度与舵令相反	检查电磁阀输出接线是否反	
3	打舵后电磁阀信号没有输出	检查舵角反馈器、驱动电路板是否烧坏、 舵轮信号线是否松动	
4	操舵过程经常发生舵震荡	调节随动灵敏度	
5	舵角指示读数与实际相差较大	舵角反馈器安装偏差，检查连杆机构是 否有松动	
6	舵轮无法调光	检查调光电位器、驱动电路板是否损坏	
7	驱动信号一直有输出	该驱动端口损坏，需返厂维修	