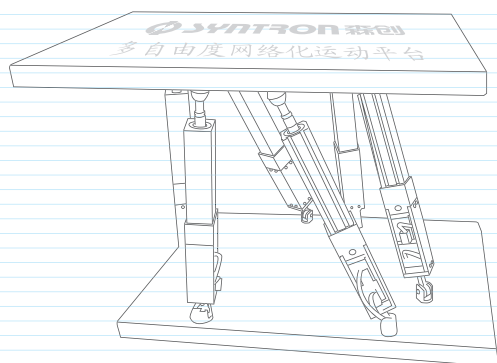
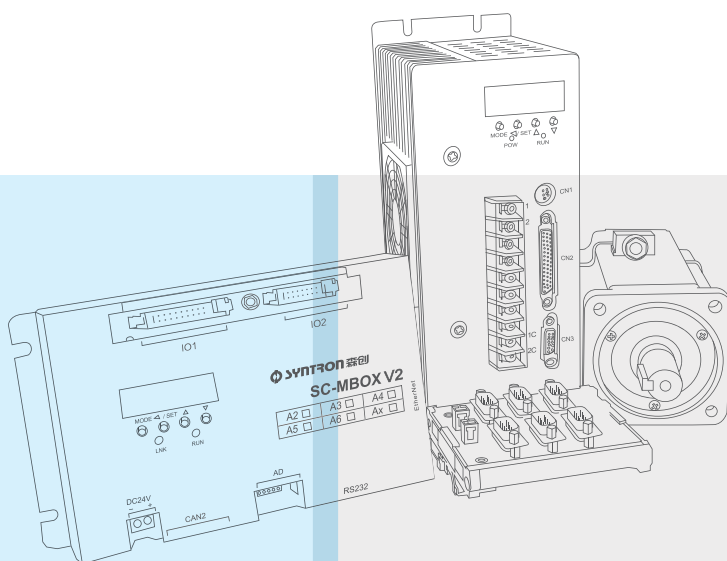




SC-MBOX动感平台系统

使用手册



版权申明

北京和利时电机技术有限公司保留所有权力。

说明书的内容参照了相关法律基准和行业基准。使用产品时，如对本说明书提供的内容有疑问，请向购买产品的销售人员咨询，或致电客户服务热线，或致信本公司邮箱。

由于产品的不断更新升级，和利时电机保留在不事先通知的情况下，修改本手册中的产品和产品规格参数等文件的权利，提示客户请使用最新版本的说明书。

和利时电机具有本产品及其软件的专利权、版权和其它知识产权。未经许可，不得直接或者间接地复制、制造、加工、使用本产品及其相关部分。

和利时电机具有本说明书的著作权，未经许可，不得修改、复制说明书的全部或部分内容。

版本号 10/2014

安全有关的符号说明



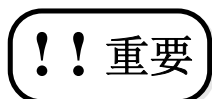
所叙述的内容在使用中发生错误会引起危险，可能会造成人身伤亡时，使用此标注。



所叙述的内容在使用中发生错误会引起危险，可能会造成人员轻度或中度的伤害和设备的损坏时，使用该标注。然而，该标准虽然是注意的事项，由于情况不同，也可能造成重大事故。




表示禁止的，不能做的事项。



某些事项虽然不属于【危险】【注意】的范围，但要求用户遵守的事项也一起标注在相关的章节中。

安全注意事项

■ 开箱检查

|  注意 | |
|--|--------|
| 受损的驱动器及缺少零部件的驱动器，切勿安装 | 有内伤的危险 |

■ 安 装

|  注意 | |
|--|-----------------------|
| 请安装在不易燃烧的金属板上，不要安装在可燃物附近 | 有火灾的危险 |
| 请一定要拧紧驱动器的安装螺钉 | 安装螺钉松动，可能造成驱动器掉落或人员受伤 |
| 不要安装在有可燃气体的环境里 | 容易引起爆炸 |

安全注意事项

■ 配 线

| <div>⚠ 危险</div> | |
|--|-------------------|
| 接线前请确认电源处于关闭状态 | 有触电和火灾的危险 |
| 对驱动器的主回路端子作业时，要待切断电源15 分钟以上，确认电容放电完成时再进行 | 有触电的危险 |
| 请专业电气工程人员进行接线作业 | 有触电和火灾的危险 |
| 接地端子，请一定可靠接地（接地电阻 4Ω 以下） | 有触电和火灾的危险 |
| 禁止将 P/B 与 PE 端子直接连接，禁止将零线接到 PE 端子上 | 造成整流桥短路，烧坏主回路 |
| 禁止将高压线路接到驱动器的控制端子上 | 造成控制板烧坏 |
| 请在控制器外部设置急停、锁定电路 | 有受伤的危险（接线责任属于使用者） |
| 接通电源后，切勿直接触摸主回路端子 | 有触电及引起短路的危险 |

| <div>⚠ 注意</div> | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 请确认主回路交流输入电源与驱动器的额定电压是否一致 | 有受伤和火灾的危险 |
| 请勿对驱动器随意进行耐电压及绝缘试验 | 会造成驱动器内部半导体等器件的损坏 |
| 请按照接线图连接外接制动电阻 | 有火灾的危险 |
| 请勿将交流输入电源线连接到主回路的 U、V、W 输出端子上 | 会造成控制器内部损坏 |
| 请用合适力矩紧固驱动器的主回路和控制回路端子 | 有火灾的危险，和驱动器误动作的危险 |
| 请勿将移相电解电容及 LC/RC 噪声滤波器接到输出回路 | 会造成驱动器内部损坏 |
| 请勿将电磁开关、电磁接触器接到输出回路，用于接或切断负载 | 驱动器在有负载的运行中，浪涌电流会引起驱动器的保护回路动作 |

■ 试运行

| <div>⚠ 危险</div> | |
|--|--------------------------|
| 接通电源后，请勿直接触摸主回路端子 | 有触电和引起短路的危险 |
| 对输入输出信号进行确认，以保证作业安全 | 系统的误动作会造成人员伤亡及工件和周边设备的损坏 |
| 确认使能信号被切断之后，方可报警清除，在使能状态下进行报警清除，会造成突然再启动 | 有受伤的危险 |
| 储存时间较长的驱动器，应确认内部没有水或者结露 | 有烧坏驱动器的危险 |
| 长时间置于低温环境中，使用前应在至少 0℃ 以上的环境放置一段时间 | 有烧坏驱动器的危险 |
| 运转中禁止用手触摸驱动器的接线端子和转动的电机轴 | 有触电的危险，可能会造成人员伤亡 |

| <div>⚠ 注意</div> | |
|----------------------------|----------------------|
| 开始运行后驱动器及电机可能有较高的温升，请勿随意触摸 | 有烫伤的危险 |
| 外接制动电阻因放电有较高的温升，请勿触摸 | 有烫伤和触电的危险 |
| 请勿随意改变驱动器的设定 | 会引起设备的损坏和事故，发生危险 |
| 请注意运行过程中内部参数的修改等操作 | 操作错误会引起设备的损坏和事故，发生危险 |

目录

| | |
|--|----|
| 第一章 产品概况 | 1 |
| 1.1. 动感平台系统概述..... | 1 |
| 1.2. 网络化伺服控制系统 | 1 |
| 1.3. HS 系列网络化伺服驱动器 | 1 |
| 1.4. 森创 MBOX 通讯控制器..... | 3 |
| 1.5. HS 伺服驱动器与 MBOX 构成的单平台动感平台控制系统 | 3 |
| 1.6. 动感平台的基于以太网的多平台控制应用方案..... | 5 |
| 1.7. 动感平台的基于模拟量的多平台控制应用方案..... | 6 |
| 1.8. 动感平台的基于模拟量和以太网混合式的多平台控制应用方案 | 7 |
| 1.9. 动感平台 MBOX 控制器的命名及选型..... | 8 |
| 1.10. MBOX 与 HS 伺服构成的典型动感平台应用案例 | 8 |
| 1.11. 小结 | 9 |
| 第二章 动感平台系统的安装接线 | 10 |
| 2.1. HS 伺服直接外接限位传感器..... | 10 |
| 2.1.1. 无源限位传感器连接 HS 伺服驱动器示意图 | 11 |
| 2.1.2. 有源限位传感器连接 HS 伺服驱动器示意图 | 12 |
| 2.1.3. 限位传感器连接 HS 伺服驱动器的说明备注 | 12 |
| 2.2. MBOX-V2 通讯控制器 | 13 |
| 2.2.1. 输入输出端口 IO..... | 14 |
| 2.2.2. AD 模拟量端口定义..... | 16 |
| 2.2.3. CAN 总线接口 | 16 |
| 2.2.4. 以太网端口 | 17 |
| 2.2.5. 电源端口..... | 17 |
| 2.3. COM-EXT 端口使用 | 17 |
| 2.4. HS 伺服外接电磁制动（抱闸）继电器..... | 18 |
| 第三章 键盘显示接口 | 20 |
| 3.1. 面板显示 | 20 |
| 3.2. 面板说明 | 20 |
| 3.3. 指示灯显示说明 | 21 |

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| 3.4. 按键的功能定义 | 23 |
| 3.5. 查询状态显示示例 | 23 |
| 3.6. 查询编辑参数示例 | 24 |
| 第四章 以太网总线通讯协议 | 25 |
| 4.1. MBOX 以太网通讯概述 | 25 |
| 4.2. MBOX 以太网通讯协议 | 25 |
| 4.2.1. MBOX 以太网通讯基本框架 | 25 |
| 4.2.2. MBOX 以太网信息传递的 UDP 数据方法 | 25 |
| 4.2.3. MBOX 主动报告指定状态信息 | 26 |
| 4.2.4. 读取 MBOX 寄存器操作 | 27 |
| 4.2.5. 写入 MBOX 寄存器操作 | 28 |
| 4.2.6. MBOX 播放绝对时间数据操作（3 轴平台模式） | 28 |
| 4.2.7. MBOX 播放绝对时间数据操作（6 轴平台模式） | 30 |
| 4.2.8. MBOX 播放相对时间数据操作（3 轴平台模式） | 32 |
| 4.2.9. MBOX 播放相对时间数据操作（6 轴平台模式） | 34 |
| 4.2.10. MBOX 的控制寄存器 CX | 36 |
| 4.3 MBOX 与以太网的连接建立及监控 | 37 |
| 4.3.1. PING 命令实现 以太网建立连接测试 | 37 |
| 4.3.2. TCP 调试助手实现以太网通讯协议的调试 | 38 |
| 4.3.3. WireShark 实现 以太网通讯监控 | 38 |
| 4.4 MBOX 以太网通讯 MATLAB 例程 | 40 |
| 4.5 MBOX 以太网通讯操作抓包示例 | 41 |
| 4.5.1. 动感平台的复位操作 | 41 |
| 4.5.2. 动感平台的紧急停机操作 | 41 |
| 4.5.3. 动感平台的紧急停机取消操作 | 42 |
| 4.5.4. 动感平台的特效数字输出操作 | 42 |
| 4.5.5. 上位机读取动感平台的数字输入操作 | 43 |
| 4.5.6. 动感平台播放绝对时间数据操作（3 轴） | 44 |
| 4.5.7. 动感平台播放绝对时间数据操作（6 轴） | 44 |
| 4.5.8. 动感平台播放相对时间数据操作（3 轴） | 44 |
| 4.5.9. 动感平台播放相对时间数据操作（6 轴） | 45 |
| 第五章 动感平台的运行设定 | 46 |
| 5.1 动感平台发生故障时的停机方式 | 46 |
| 5.2 动感平台的初始定位参数 | 46 |
| 5.3 动感平台的播放控制参数 | 46 |

| | |
|----------------------------------|----|
| 5.3.1. MBOX 的数字输出同步设定 | 46 |
| 5.3.2. MBOX 的模拟输出同步设定 | 47 |
| 5.3.3. MBOX 的位置运行同步设定 | 47 |
| 5.3.4. MBOX 的点动模式执行时间设定 | 47 |
| 5.3.5. MBOX 的后退模式执行时间设定 | 48 |
| 5.3.6. MBOX 的快进模式判定及执行时间设定 | 48 |
| 5.3.7. MBOX 的急停模式执行时间设定 | 48 |
| 5.3.8. 以太网播放位置数据的处理方式 | 49 |
| 5.4 MBOX 的 IP 地址及 UDP 端口号 | 49 |
| 5.4.1. MBOX 的 IP 地址设定 | 49 |
| 5.4.2. MBOX 的 UDP 端口设定 | 49 |
| 5.5 主机 IP 地址及 UDP 端口号 | 50 |
| 5.5.1. 上位主机的 IP 地址设定 | 50 |
| 5.5.2. 上位主机的 UDP 端口设定 | 50 |
| 5.6 MBOX 主动报告信息设定 | 50 |
| 5.7 MBOX 的以太网端口指示灯设定 | 50 |
| 5.8 MBOX 以太网无播放数据超时检测 | 51 |
| 5.9 MBOX 的 CAN 总线通讯设定 | 51 |
| 5.10 MBOX 的本地 MODBUS 通讯设定 | 52 |
| 5.11 MBOX 的历史故障记录 | 52 |
| 5.12 MBOX 模拟输出信号的设定 | 52 |
| 5.13 模拟输出信号的量程设定 | 53 |
| 5.14 模拟输出信号的通道设定 | 53 |
| 5.15 模拟输出信号的零点设定 | 53 |
| 5.16 模拟输出信号的位与设定 | 53 |
| 5.17 MBOX 数字输出信号的设定 | 53 |
| 5.17.1 数字输出控制模式的选择 | 53 |
| 5.17.2 数字输出控制通道的选择 | 54 |
| 5.17.3 数字输出控制逻辑的选择 | 54 |
| 5.17.4 数字输出初始值及安全值的选择 | 54 |
| 5.18 MBOX 数字输入信号的设定及处理 | 55 |
| 5.19 数字输入信号逻辑取反设定 | 55 |
| 5.20 数字输入信号急停信号的设定及处理 | 55 |

| | | |
|--------|------------------------------|----|
| 5.21 | MBOX 扩展数字输出信号的设定 | 56 |
| 5.21.1 | 扩展数字输出控制模式的选择 | 56 |
| 5.21.2 | 数字输出控制通道的选择 | 56 |
| 5.21.3 | 扩展数字输出控制逻辑的选择 | 56 |
| 5.21.4 | 扩展数字输出初始值及安全值的选择 | 56 |
| 5.22 | 电动缸本体及与伺服电机的运动关系 | 57 |
| 5.22.1 | 电动缸本体参数及行程限制 | 57 |
| 5.22.2 | 电动缸与伺服电机的运动关系 | 57 |
| 5.22.3 | 电动缸初始定位转矩限制 | 57 |
| 5.23 | 动感平台的累计运行时间限制 | 57 |
| 5.23.1 | 动感平台的累计运行时间 | 57 |
| 5.23.2 | 动感平台的累计运行时间限制 | 58 |
| 5.24 | MBOX 模拟量输入信号的设定 | 58 |
| 5.25 | MBOX 动感平台系统软件版本号 | 58 |
| 第六章 | 动感平台的运行监控及诊断 | 59 |
| 6.1 | 动感平台的运行状态列表 | 59 |
| 6.1.1 | HS 伺服驱动器运行状态 | 59 |
| 6.1.2 | MBOX 运行故障码状态 | 61 |
| 6.1.3 | MBOX 运行控制字与状态字 | 61 |
| 6.1.4 | MBOX 播放操作速度 | 61 |
| 6.1.5 | MBOX 的以太网数据状态 | 61 |
| 6.1.6 | MBOX 的以太网端口状态 | 61 |
| 6.1.7 | MBOX 的模拟量输入 ADC 转换结果状态 | 62 |
| 6.1.8 | MBOX 的数字输入状态 | 62 |
| 6.1.9 | MBOX 的 DAC 数据状态 | 62 |
| 6.1.10 | MBOX 的数字输出数据状态 | 62 |
| 6.1.11 | MBOX 的 UDP 输入位置指令监控 | 63 |
| 6.1.12 | 动感平台的累计运行时间 | 63 |
| 6.1.13 | 动感平台的累计负载率加权有效运行时间 | 63 |
| 6.2 | 基于键盘显示的本地运行监控 | 64 |
| 6.3 | 基于 MODBUS 的本地运行监控 | 64 |
| 6.4 | 基于以太网的远程运行监控 | 64 |
| 6.5 | 动感平台的故障码及诊断 | 65 |
| 附录: | HS 伺服参数的定制匹配 | 66 |
| A.1. | HS 伺服驱动器的参数调整概述 | 66 |

| | |
|---------------------------------|----|
| A.2. HS 伺服驱动器的参数调整（必选项） | 66 |
| A.2.1. 控制模式参数 | 66 |
| A.2.2. 超程参数..... | 66 |
| A.2.3. 电机过载自动降载参数..... | 67 |
| A.2.4. 电机失速检测参数..... | 68 |
| A.2.5. CAN 总线设置 | 68 |
| A.2.6. HS 伺服的 CAN 总线报告模式配置..... | 68 |
| A.3. HS 伺服驱动器的参数调整（可选项） | 69 |
| A.3.1. 外部脉冲输入指令指数滤波比率系数..... | 69 |
| A.3.2. 电机控制速度环参数 | 69 |
| A.3.3. 电机控制位置环参数 | 69 |
| A.3.4. 电机控制电流环参数 | 69 |
| A.3.5. 位置超差保护参数..... | 69 |
| A.3.6. 再生制动工作点及电阻参数 | 70 |
| A.4. HS 伺服驱动器定制匹配参数保留与恢复 | 70 |
| A.5. HS 伺服驱动器的参数批量快速调整..... | 70 |

第一章 产品概况

1.1. 动感平台系统概述

本说明书中的 MBOX 动感平台系统，专指由伺服电机驱动的电动缸多自由度平台系统，可广泛用于运动模拟、机器人、飞行器空间交会对接仿真器、舰船及汽车模拟器、新型加工机床、卫星、导弹等飞行器的精确运动仿真，以及 4D 动感座椅、六自由度平台等，是国防军事、航空航天、汽车制造、机械工业以及各种复杂环境测试、训练必不可少的重要设备。

MBOX 动感平台系统的核心是网络化伺服控制系统技术的应用，除了伺服电机和电动缸构成的机电执行机构外，主要由和利时电机技术有限公司的 HS 系列网络化伺服驱动器及 MBOX 通讯控制板卡构成核心控制部件。

1.2. 网络化伺服控制系统

伺服是使物体的位置、方位、状态等输出被控量能够跟随输入目标（或给定值）的任意变化的自动控制系统。它的主要任务是按控制命令的要求、对功率进行放大、变换与调控等处理，使驱动装置输出的力矩、速度和位置控制的非常灵活方便。现代基于永磁同步电机的交流伺服驱动器发展应用非常快速和广泛，性能和功能不断提高而价格越来越便宜，已从早先的数控领域开始进入到量大面广的泛工业化应用。

交流伺服驱动器的控制模式一般分为位置模式、速度模式及转矩模式。目前流行的伺服驱动器，实现这三种控制模式的控制接口依然是硬线接口方式，即脉冲方向、数字 IO 及模拟量方式。这种硬线接口模式适合短距离、小台数的应用场合，当需要几十乃至成百台甚至上千的联合应用时，工程布线，长距离传输，控制信号衰减乃至失真，故障诊断麻烦的问题就会接踵而来。在这样应用条件下，带网络化的交流伺服驱动器将会成为代替传统 PLC 控制方案的优先考虑的新型方案。

交流伺服驱动器的网络化接口，分为高端的快速总线系统和低端的一般总线系统。高端的总线系统，如德国倍福公司的 EtherCAT，可提供信息传递的快速性和同步性，但价格很高，技术复杂，并不适合一般的普通应用。低端的总线系统，如 RS485 系统，其实时性也不好，组网能力也有限。和利时电机推出的 HS 系列网络化伺服驱动器及以太网通讯控制器，针对伺服网络化应用的低成本和高速性要求，提出了一整套应用方案，通过以太网总线和 CAN 总线的二级网络拓扑结构，实现高速高容量及低成本的组网应用方案，已在多个项目中得到应用和验证。

1.3. HS 系列网络化伺服驱动器

HS 系列网络化伺服驱动器是北京和利时电机技术有限公司推出的新一代高性价比、外观朴素、实用可靠的全数字交流伺服驱动器，该驱动器的开发，延续和产品化了北京和利时电机技术有限公司在 2009 年承担国家科技重大专项课题期间进行的交流伺服主轴驱动器研发的技术研究成果，已授权 4 项国家专利技术（3 项发明和 1 项实用新型）。



图 1-1 森创 HS 系列伺服驱动器外观

该款网络化伺服驱动器采用 TI 最新的 32 位含浮点运算能力的双核数字信号处理芯片，采用全新的电机控制算法，对永磁同步伺服电机的位置、速度、加速度和输出转矩进行精确控制。适用于加工中心、数控伺服控制、纺织机械等工业自动化行业及领域。

HS 系列网络化伺服驱动器具有以下特点：

- 1) 通用运动控制功能：位置/速度/力矩控制，模式切换
- 2) 快速的电流环浮点 CLA 内核处理，具有良好的动态跟随性
- 3) 内置电网电压补偿控制，自动适应电网电压的波动
- 4) 内置 2 路可选共振低通滤波，以及 2 级共振陷波滤波器，有效应对机械共振
- 5) 内置专有智能再生制动控制技术
- 6) 内置转矩观测器技术，自动适应负载的变化
- 7) 控制增益可切换或内部自适应匹配
- 8) 内置动态制动控制，为驱动提供额外的安全防护
- 9) 具有过载自动降载算法，可参数化选择是否过载保护，以及参数化设置自动平滑降载及恢复过载能力
- 10) 支持 MODBUS 协议的 RS232 及 RS485 通讯接口，直接与上位机和触摸屏等通讯
- 11) 支持 CAN 总线接口，内置专有通讯协议，方便客户定制使用
- 12) 控制端口支持软件方式分配、逻辑设置、可编程滤波，使用灵活方便可靠
- 13) 脉冲模拟量接口，脉冲输入频率最高可达 1MHZ
- 14) 2 路模拟量输出可观测驱动器内部状态，方便现场调试
- 15) 内置功率器件温度监控和过流、过压以及过热等保护，确保可靠驱动
- 16) 具有历史故障记录等可靠性管理功能

1.4. 森创 MBOX 通讯控制器

第二代 MBOX-V2 是一款专为 HS 伺服网络化控制应用开发的一款以太网到 CAN 总线的双向数据传递的, 含有 24 路数字输出、2 路模拟输出、8 路数字输入、6 路模拟量输入, 以及 MODBUS 通讯监控的 RS232 接口等多功能应用板卡。其中的 CAN 总线采用了电气隔离技术, 确保总线驱动的可靠与安全。



图 1-2 MBOX-V2 通讯控制器

1.5. HS 伺服驱动器与 MBOX 构成的单平台动感平台控制系统

HS 系列网络化伺服驱动器, 提供了 3 种总线接口, 包括 RS232、RS485 以及 CAN 总线。其中 RS232 接口是标准配置的通讯接口。RS485 和 CAN 总线是选配的通讯接口, 采用了电气隔离及瞬态电压抑制保护技术, 具有良好的电磁兼容性和可靠性。RS232 和 RS485 接口的通讯协议是工业常用的 MODBUS RTU 协议。CAN 总线接口的通讯协议是本公司具有自主知识产权(已获发明专利)的 CAN 总线通讯方法^[2]。

HS 系列网络化伺服驱动器加强了总线模式下的控制功能, 支持 RS232、RS485 以及 CAN 总线接口的多种总线模式控制, 包括:

- 1) 总线接口的转矩模式控制
- 2) 总线接口的转速模式控制
- 3) 总线接口的相对位置模式控制
- 4) 总线接口的绝对位置模式控制

标准配置的 RS232 接口实现 HS 伺服驱动器与上位机或触摸屏的点到点通讯, 可实现对 HS 伺服驱动器的状态监视, 参数读写以及总线模式的控制, 常用于伺服驱动器的参数配置及运行监控。当用户要求 HS 网络化伺服驱动器组网运行时, 可以选择 RS485 总线或 CAN 总线。一般来说, CAN 总线具有的灵活性与可靠性, 更适合做网络化的实时控制, 而 MODBUS 通讯因为可以携带大数据包, 比较适合对实时性要求不高的大容量的参数传递及数据监控。

产品概况

下图是 HS 网络化伺服驱动器使用 CAN 总线和 MBOX 通讯控制器构成模拟量或以太网控制系统的典型构架。MBOX 与上位计算机之间通过交换机实现以太网的通讯，MBOX 与 HS 伺服之间实现 CAN 总线的通讯，另外，MBOX 还可以与本地计算机或触摸屏实现基于通过 RS232 等接口的 MODBUS 通讯，便于监控和调试。同时，MBOX 还可以提供 8 路数字输入、24 路数字输出及 2 路模拟量输出接口，便于通过以太网总线实现低成本的数字及模拟接口数据采集和控制。

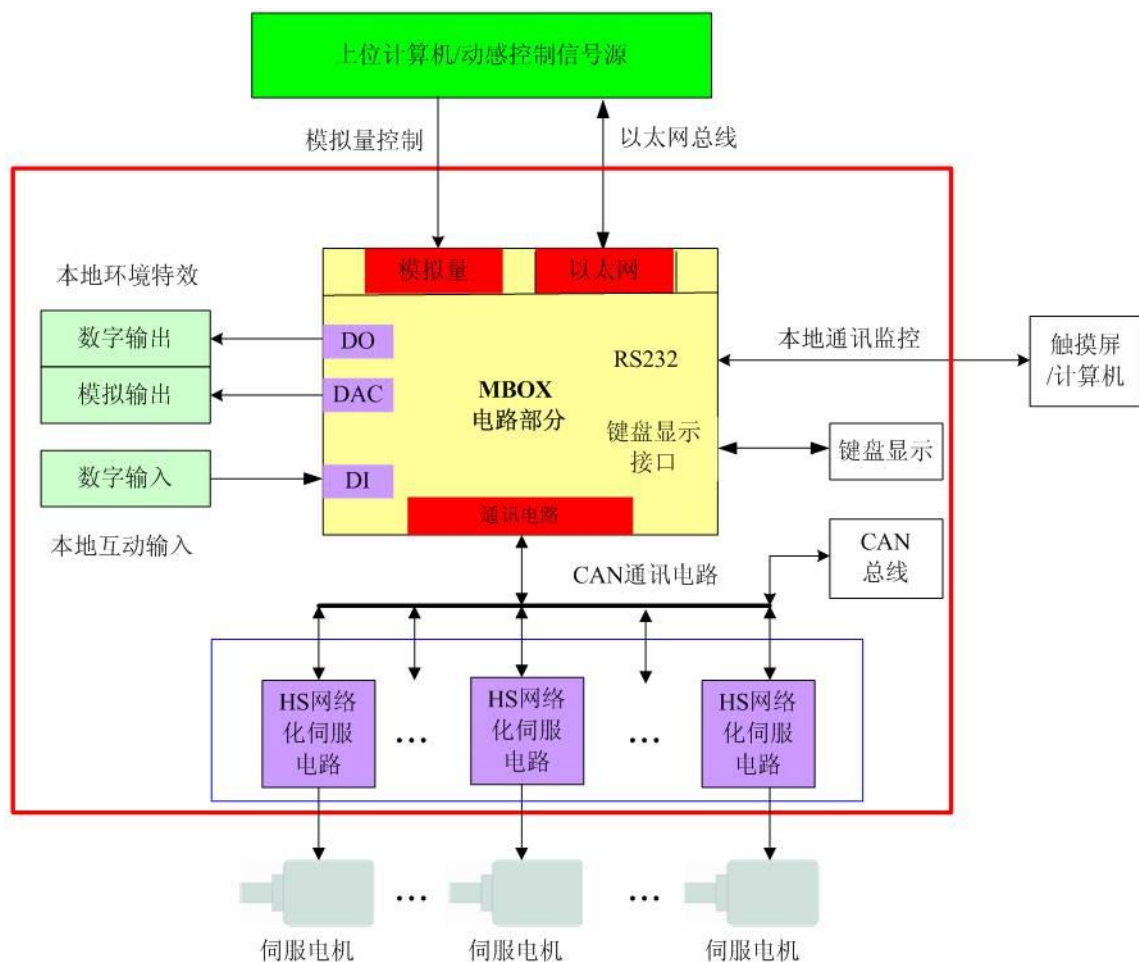


图 1-3 HS 伺服 CAN 总线组网与 MBOX 控制板卡构成的单平台动感平台控制系统

1.6. 动感平台的基于以太网的多平台控制应用方案

每个 MBOX 的 CAN 总线最多节点数与传输距离及波特率有关。常见的应用节点数有：3、6、9、16 等。MBOX 的以太网接口通过交换机连接在一起，当一个交换机的端口不够时，可以通过另一个交换机进行扩展。在应用中，每个 MBOX 分配一个 ID 号，该 ID 号用以太网的 IP 地址来表示，比如：192.168.1.100。每个 MBOX 构成的控制节点，作为一个整体，对外的连接线只需要 1 个 220V 的电源线和一根以太网网络线，极大的简化了现场的布线工程的实现。另外，以太网通讯采用 10M/100M 自适应方式实现，具有数据传递高速，可靠及大容量等特点。

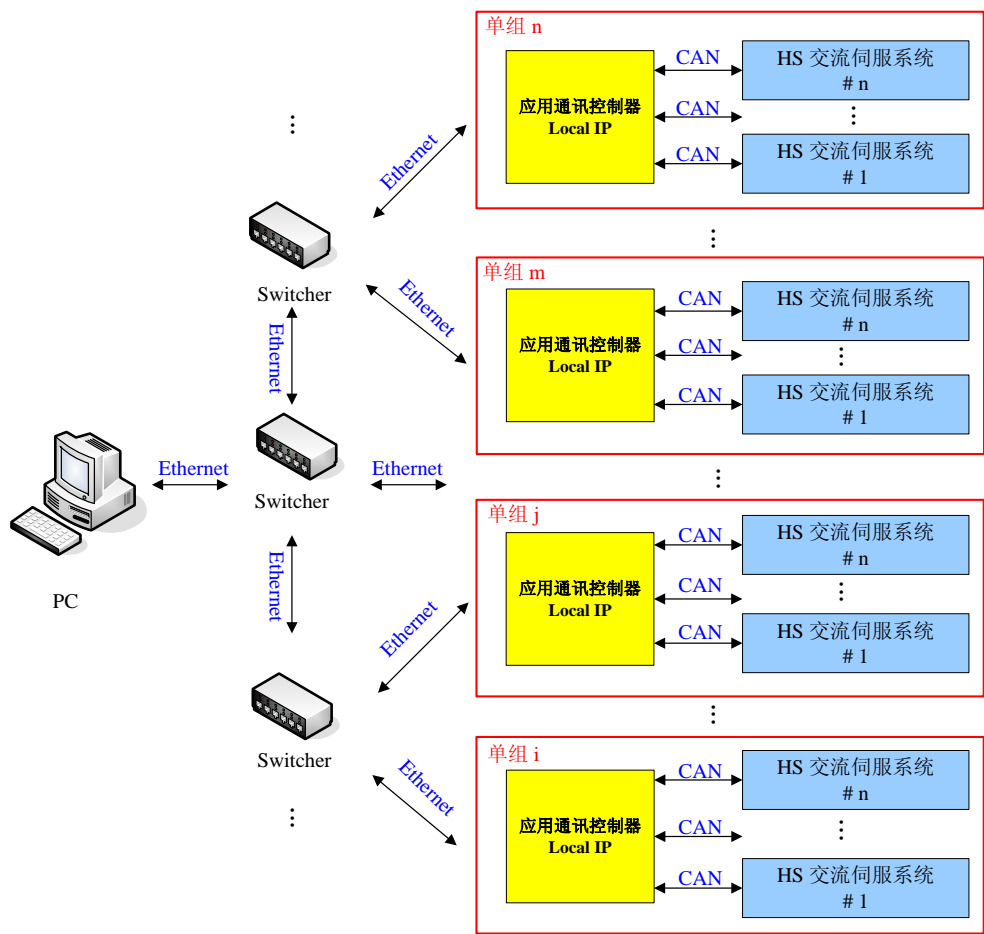


图 1-4 多以太网控制节点的网络化伺服控制方案

1.7. 动感平台的基于模拟量的多平台控制应用方案

该方案主要是便于使用 DAC 板卡控制方式的上位机控制技术路线。
MBOX 的模拟量接口通过上位机 DAC 输出缓冲电路连接在一起，模拟量接口 0~10V，模拟量对应的电动缸位置可以通过 MBOX 的参数来设置。如下为采用模拟量控制应用方案。

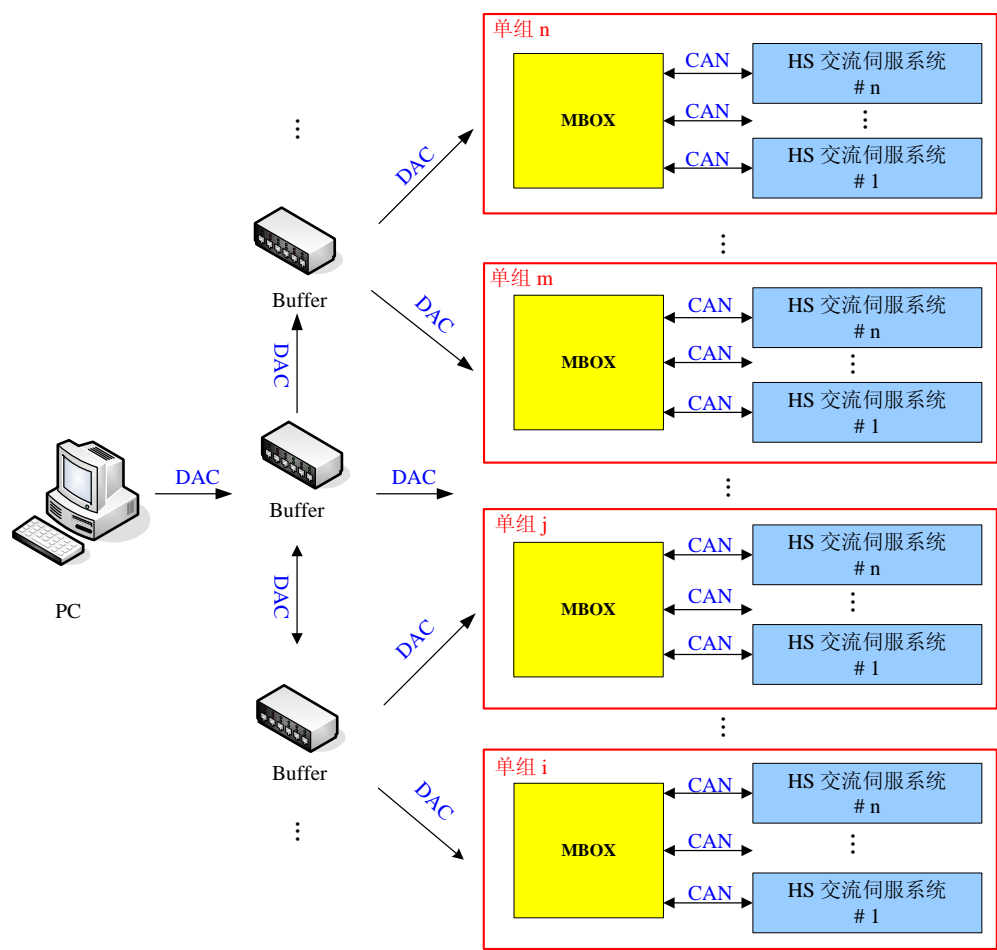


图 1-5 MBOX 使用模拟量方式控制节点的应用方案

1.8. 动感平台的基于模拟量和以太网混合式的多平台控制应用方案

首台 MBOX 的模拟量接口通过上位机 DAC 输出缓冲电路连接在一起，模拟量接口 0~10V，工作于模拟量接口方式的 MBOX 会自动输出类似上位机以太网的 UDP 数据包，可以用于后续用路由器级联的其他 MBOX 的同步运动控制。这种方式的优点是简化了上位机的软件开发工作，但同时保留了以太网方案的优点。

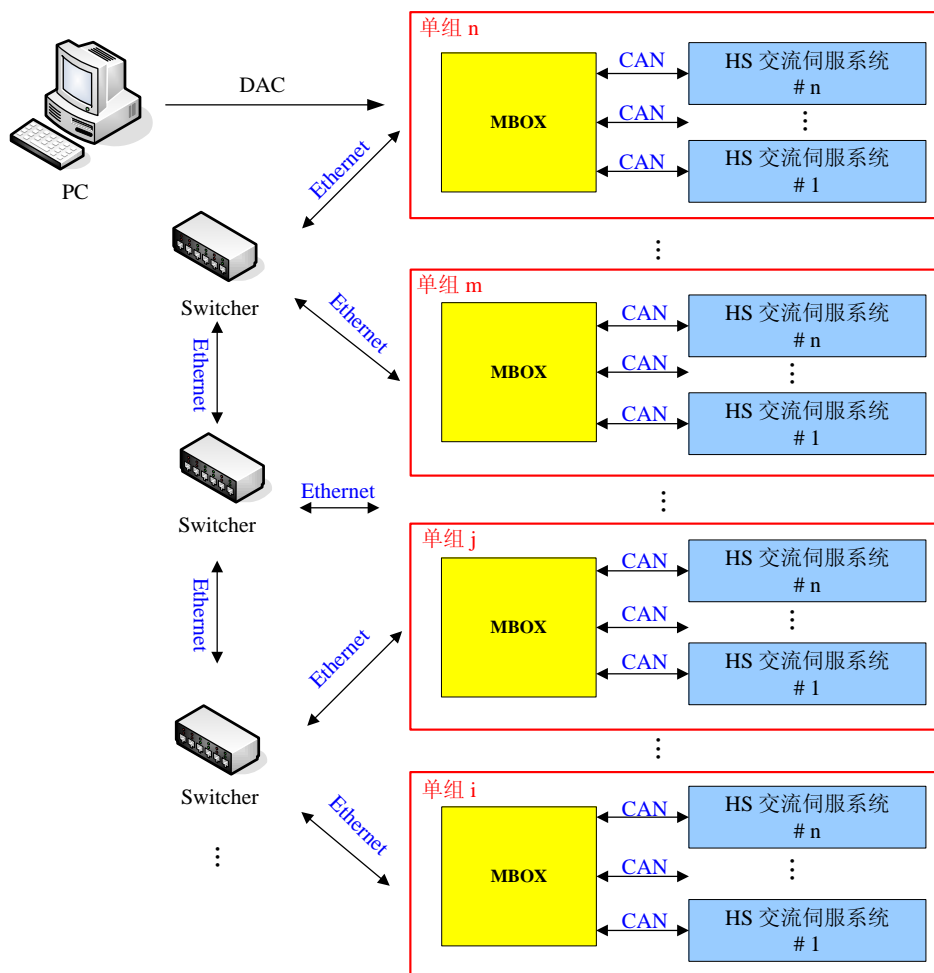


图 1-6 MBOX 基于模拟量和以太网混合式的多平台控制应用方案

1.9. 动感平台 MBOX 控制器的命名及选型

目前 MBOX 动感平台控制器支持 1~6 轴模式的应用：常用的为 3 轴以及 6 轴模式的应用。MBOX 控制器的命名如下：

| | |
|---------------|--|
| SC-MBOX-V2-A6 | |
| 轴数 | A2: 2轴 A3: 3轴 A4: 4轴 A5: 5轴 A6: 6轴 Ax: 定制 |
| 版本 | 设计版本号 |
| 动感平台 | Motion Box |
| 控制 | Controller |
| 森创 | 和利时电机 产品品牌 SYNTRON |

1.10. MBOX 与 HS 伺服构成的典型动感平台应用案例

如下图为 HS 网络化伺服驱动器及 MBOX 通讯控制板卡在六自由度平台上的典型应用。



图 1-7 HS 网络化伺服驱动器及 MBOX 通讯控制板卡用于六自由度平台

对于更量大面广的三自由度平台上的应用方案，HS 网络化伺服驱动器及 MBOX 通讯控制板卡构成的典型模块化方案如下：



图 1-8 HS 网络化伺服驱动器及 MBOX 通讯控制板卡用于三自由度平台

1.11. 小结

HS 网络化伺服驱动器和 MBOX 通讯控制板卡的 CAN 通讯和以太网技术，是一个通用技术产品加以定制化开发应用的方案设计，该方案的优点包括：

- 1) 高速大容量通讯
- 2) 组网方便灵活，可靠性高
- 3) 可扩展性强、现场布线简单
- 4) 监控诊断容易
- 5) 性价比优于传统的 PLC 以及控制板卡方案

该方案可广泛应用于工业自动化组网流水线控制，使用电动缸的动感（4D/5D/7D）影院和六自由度平台，以及舞台、喷泉等特效控制泛工业化应用领域。伺服驱动组网控制定制化方案在实现用户需求的同时，也达到了技术方案与目标项目的最佳工程实现。和利时电机大力支持按客户需求的定制化应用方案等技术开发及工程实现。

第二章 动感平台系统的安装接线

2.1. HS 伺服直接外接限位传感器

在动感平台系统中，为了出于安全保护，一般会在电动缸的两头安装 2 个限位传感器。限位传感器一般会连接到伺服驱动器的超程输入端，从而实现正转禁止和反转禁止的保护动作，避免电动缸超程使用。一般正常情况下，上限位传感器也可以不接入，以便节省成本。用户在这种情况下，也可以通过设定 MBOX 的电动缸软限位参数来实现软保护。

动感平台在某些应用工程实践中，希望可以实现完全无限位传感器及电子尺反馈，以便简化系统实施。MBOX 动感平台控制器支持完全无限位传感器的动感平台初始定位及正常运行，但不包括如下组合下的应用情况：

1. 电动缸内部不具备防转装置的功能
2. 电动缸与平台的运动部分连接采用球轴连接方式的

当电动缸及其安装为上述组合应用情况下，电动缸的直线运动与电机的旋转运动之间根本不存在重复定位能力，电机的往复旋转运动会导致电动缸的直线运动向一个方向不断打滑并积累到顶缸的情况发生。这种情况一般是由于电动缸生产厂家出于成本考虑而取消防转装置，而电动缸集成应用厂家采用球轴连接结构情况下发生的。(如果连接部分采用鱼眼结构或万向节结构的话，也会避免电动缸打滑积累到顶缸的情况的发生)。

为了额外的安全运行防护，或为了避免电动缸打滑积累导致顶缸并造成驱动器及电机的损害，一般会在电动缸的两头安装 2 个限位传感器。限位传感器一般会连接到伺服驱动器的超程输入端，从而实现正转禁止和反转禁止的保护动作，避免电动缸超程使用。

当用户决定在电动缸上安装限位传感器时，则不必额外配置外部电源。由于使用 HS 伺服驱动器，可提供 12V（100mA 以内）的供电电源，因此实现外部限位开关与 HS 伺服驱动器的直接连接，省掉了外接电源的成本和接线。

2.1.1. 无源限位传感器连接 HS 伺服驱动器示意图

下图为使用 CS1-M 无源限位开关情况下的连接示意图。当限位开关到 CN2 的距离小于限位传感器电缆长度时，建议不使用中间过渡的插头和插座。

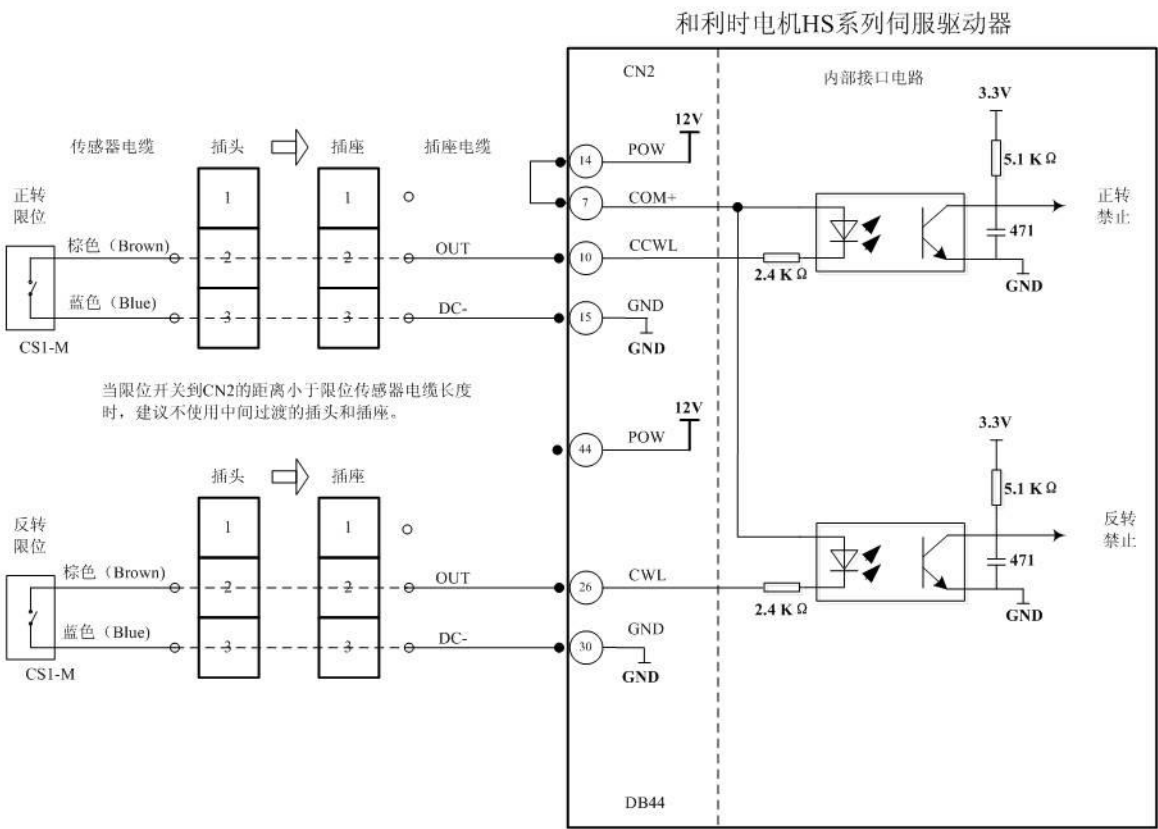


图 2-1 无源限位传感器连接 HS 伺服驱动器

安装接线

2.1.2. 有源限位传感器连接 HS 伺服驱动器示意图

下图为使用 E4-M12/2NC 有源限位开关情况下的连接示意图。当限位开关到 CN2 的距离小于限位传感器电缆长度时，建议不使用中间过渡的插头和插座。

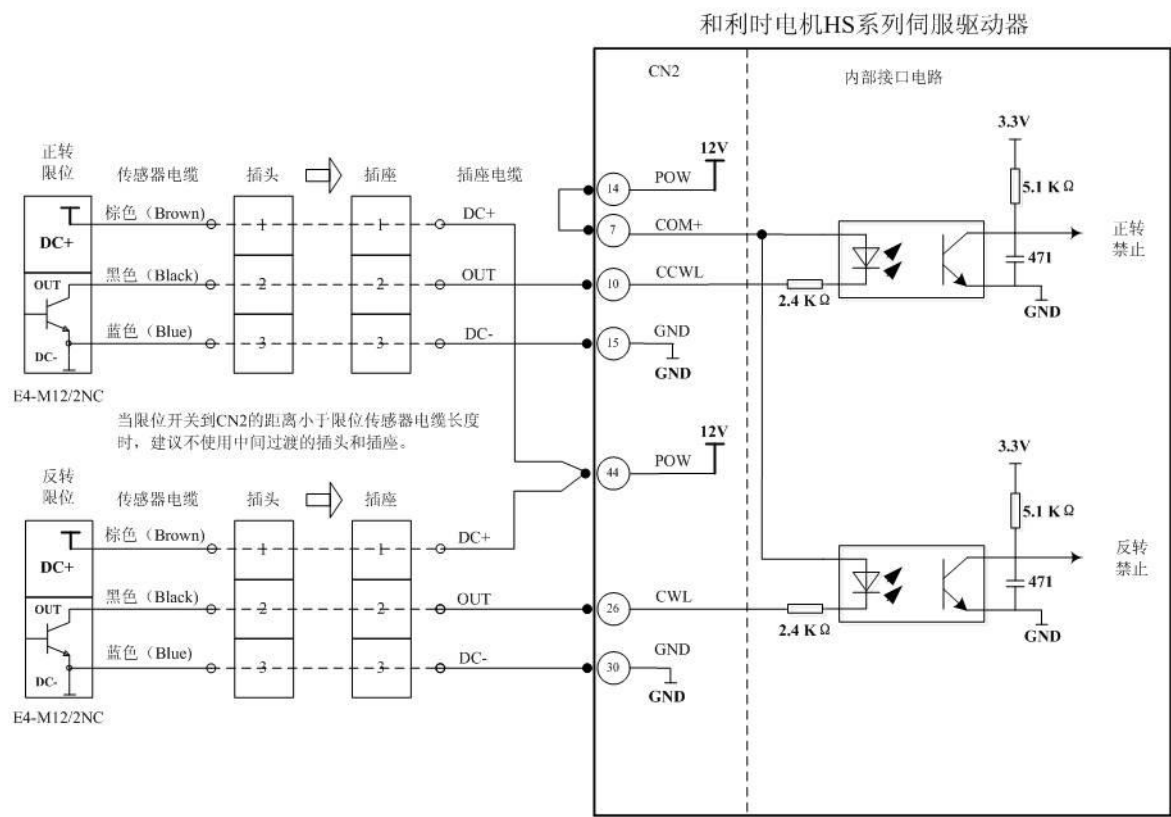


图 2-2 有源限位传感器连接 HS 伺服驱动器

2.1.3. 限位传感器连接 HS 伺服驱动器的说明备注

使用 MBOX 和 HS 伺服构成的动感平台系统时，允许只连接下限位传感器或完全无限位传感器方式。可有效降低动感平台系统的成本，以及显著提高可靠性。

2.2. MBOX-V2 通讯控制器

MBOX 是一款基于 DSP 芯片为核心构建的多功能接口应用电路板卡。具备以太网接口，CAN 总线和 RS232 接口，以及数字输入和输出功能等。

第二代版本 MBOX-V2 的实物图及各个端口部分的接口作用如下所示。



图 2-3 MBOX-V2 加壳外观实物图

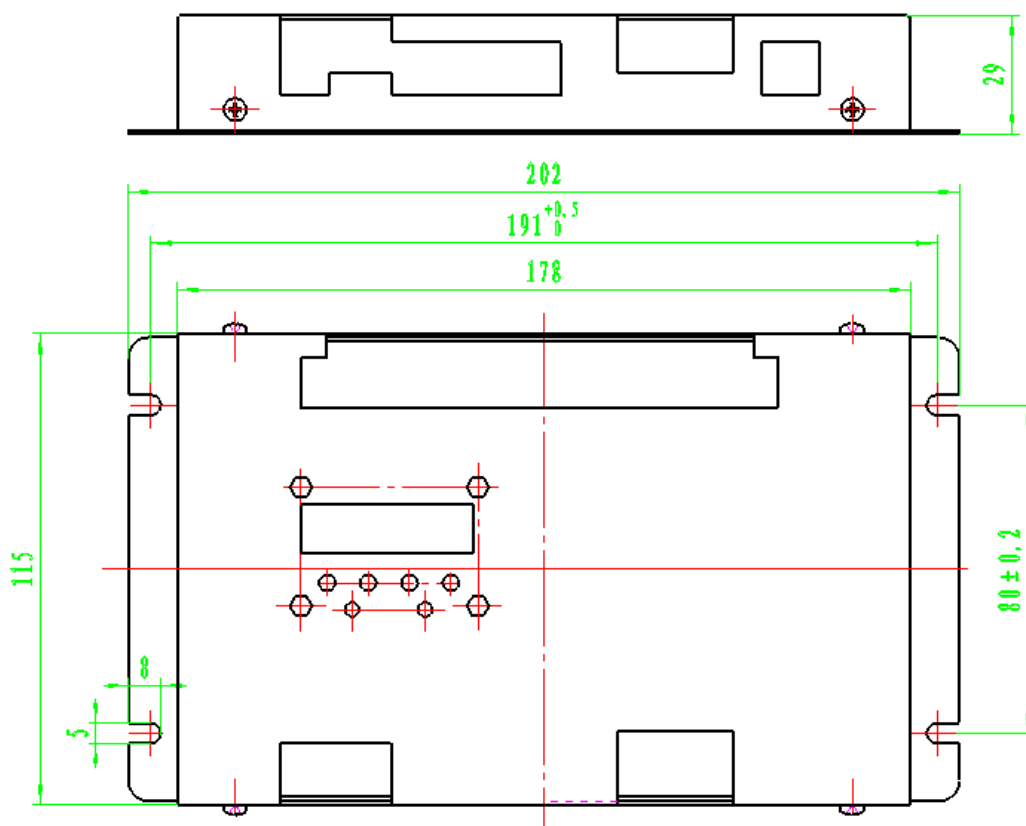


图 2-4 MBOX-V2 安装尺寸图

2.2.1. 输入输出端口 IO

输入输出端口包括 2 个端口：IO1 与 IO2。

其中：

IO1 包括 12 路隔离数字输出、8 路隔离数字输入以及 2 路隔离模拟量输出

IO2 包括扩展用的另外 12 路隔离数字输出

信号接口定义如下：

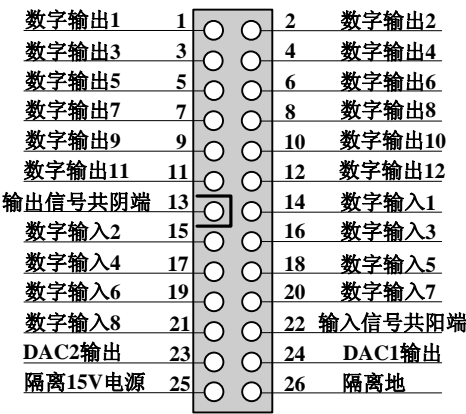


图 2-5 通用输入输出接口 IO1 示意图

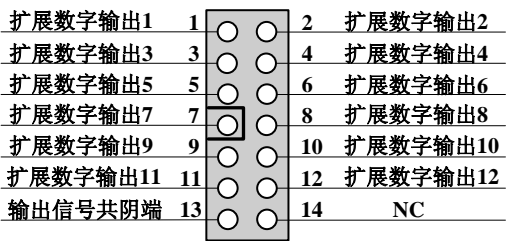


图 2-6 扩展输入输出接口 IO2 示意图

A. 数字输入信号采用共阳极（标准型号为共阳极接线，可选配定制为共阴极接线）光耦隔离方案，内部已经串联了 2.4 kΩ 的限流电阻，可以满足使用 12V~24V 供电电源的接口需要。当数字输入的光耦导通时，定义输入物理信号为 1（或高/H）。

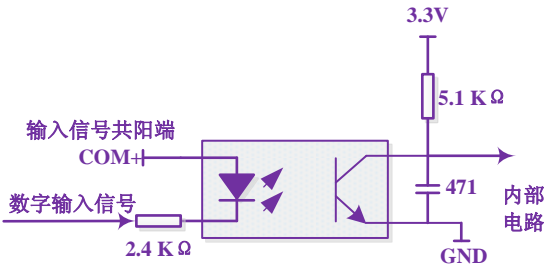


图 2-7 MBOX 数字输入接口

安装接线

B. 数字输出信号采用 OC 光耦隔离方案，光耦输出最大驱动能力：DC30V/DC50mA。



图 2-8 MBOX 数字输出接口

C. MBOX 支持两路隔离 DAC 输出，CN2 接口中的隔离 15V 电源和隔离地构成 DAC 的供电电源。DAC 输出可以用于以太网远程模拟控制及 MBOX 内部状态的观测，DAC 输出范围是 0V~+10V。

2.2.2. AD 模拟量端口定义

AD 模拟量端口用于支持基于 0~10V 模拟量接口的动感平台控制。最多可支持 6 路模拟量用于 6 自由度平台。

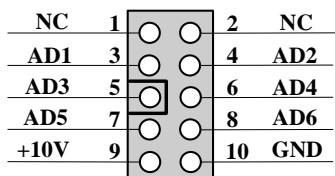


图 2-9 模拟量输入接口 AD 示意图

| 管脚端口 | 管脚定义 | 说 明 |
|------|------|-----------------------|
| 1 | NC | 内部保留，用户禁止使用 |
| 2 | NC | |
| 3 | AD1 | 六路 0~10V 模拟量位置输入信号 |
| 4 | AD2 | |
| 5 | AD3 | |
| 6 | AD4 | |
| 7 | AD5 | |
| 8 | AD6 | |
| 9 | +10V | 对外提供 10V 参考电源 |
| 10 | GND | |

2.2.3. CAN 总线接口

MBOX-V2 有 2 芯接口的 CAN1 端口，可通过外接通讯端口扩展板 COM-EXT-X（X=3 或 6）进行级联扩展。

为方便直接连接伺服驱动器的 CAN 总线接口，MBOX V2 还提供了 DB 端口形式的 CAN2 端口。CAN1 与 CAN2 的 CANH（或 CANL）在电路板内部是同一信号。

信号标注中，“L”表示低（CAN_L），“H”表示高（CAN_H）；

备注：在 MBOX 内部，已经安装了 2 个 120 欧姆的 CAN 总线匹配电阻。用户不需要再额外配置。

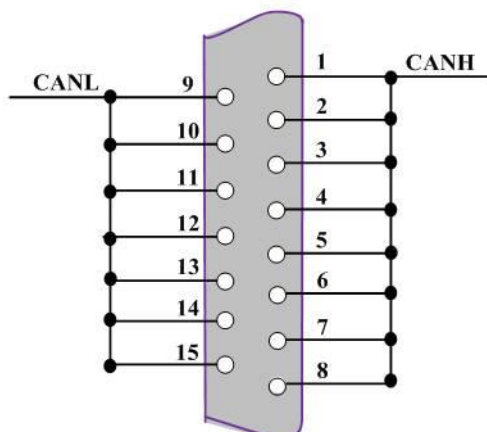


图 2-10 CAN 通讯接口 CAN2 示意图

2.2.4. 以太网端口

MBOX 支持标准的 10/100M 标准以太网接口，同电脑用的标准以太网 RJ45 接口。

2.2.5. 电源端口

POW：电源端口，用户提供 24V DC 输入即可。

2.3. COM-EXT 端口使用

为方便 MBOX 电路板与 HS 伺服驱动器进行通讯连接，特别设计提供了 COM-EXT-3 和 COM-EXT-6 分别用于 3 轴动感平台和 6 轴动感平台。

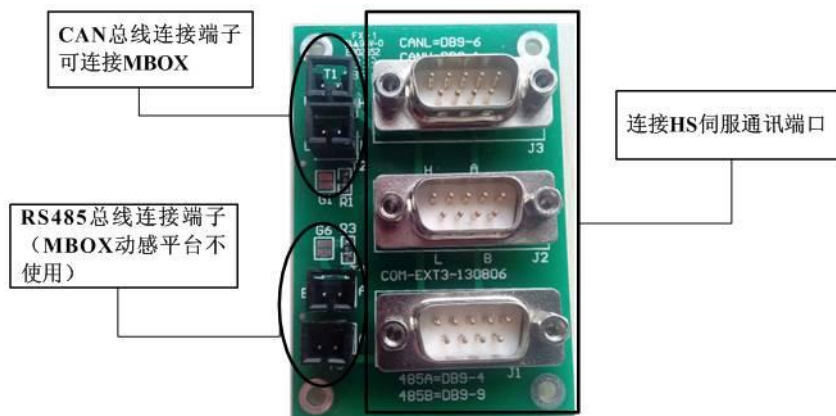


图 2-11 COM-EXT-3

安装接线

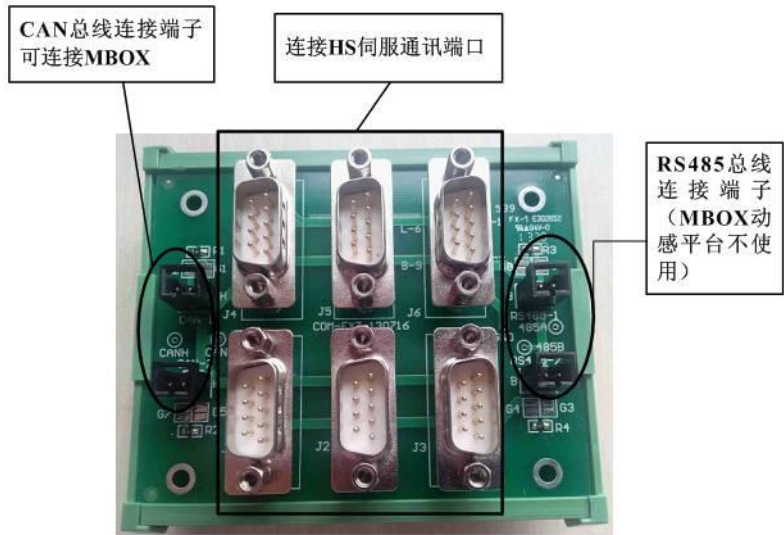


图 2-12 COM-EXT-6

2.4. HS 伺服外接电磁制动（抱闸）继电器

在中大型的动感平台应用情况下，为了防止伺服电机在没有通电，断电以及故障的状态下，因重力（或者外力）的作用而发生平台下坠，需要使用带电磁制动器（抱闸）的伺服电机。

使用 HS 系列伺服驱动器控制电磁制动器时，将 HS 伺服 CN2 端口的 SignalOut 1~4 中任一数字输出信号端口配置电磁制动器控制（BRK-OFF）信号，并且通过外接继电器和电源控制电机制动器线圈的通断电，来达到控制电磁制动器的目的，如下图所示。

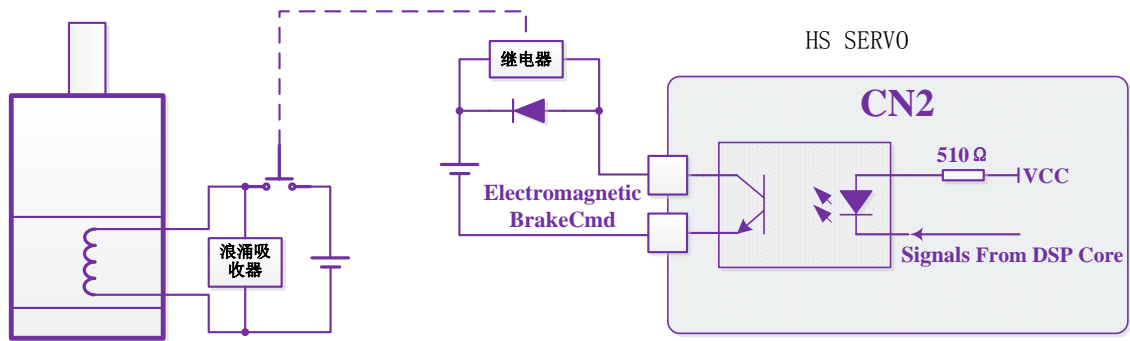


图 2-13 HS 伺服驱动器外接电磁制动控制的原理示意图

为方便 HS 系列伺服驱动器的用户直接连接并实现电磁制动器的控制，本公司开发配套了一个 3 路中间继电器驱动电路板。如下图示例：使用 X 轴伺服驱动器数字输出通道 3，实现控制 X 轴带制动绕组电机的电磁制动器。因为使用 HS 伺服的数字输出通道 3 用于电磁制动，因此，还需要将 HS 伺服的 Fn_032 参数配置为-7（电磁制动释放，见 HS 伺服使用手册的：用户输出信号端口的分配 对应的章节）。

本继电器电路板共提供 3 路（X、Y、Z）中间继电器驱动，也可用于通用目的情况下的中间继电器驱动。

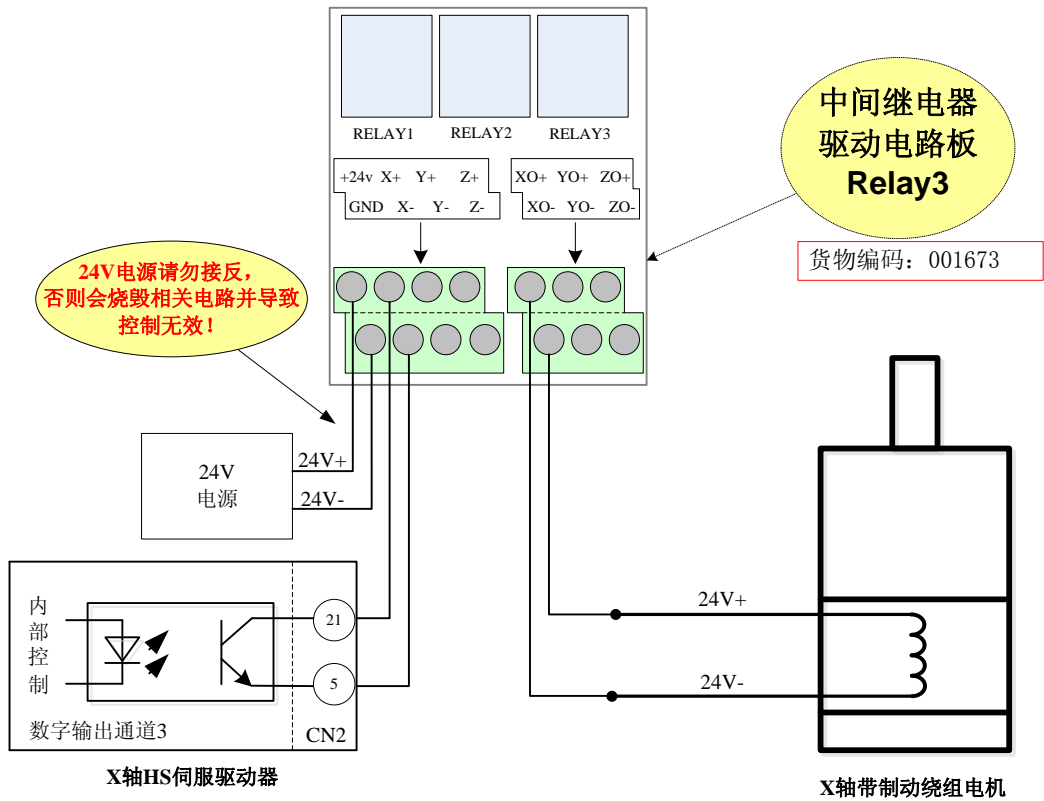
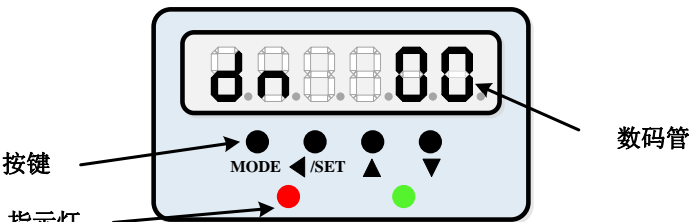


图 2-14 使用 HS 伺服驱动器 数字输出通道 3 控制制动绕组连接示例图

备注：
HS 系列伺服驱动器的数字输出配置请参考 《全数字交流伺服驱动器 HS 系列使用手册》。

第三章 键盘显示接口

3.1. 面板显示



| | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|------|---|-----|---|
| 数字 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 小数点 | |
| 字母 | A | b | c | d | E | F | G | H | J | L | n | o |
| | P | q | r | S | T | U | V | y | Null | - | | |
| | | | | | | | | | | | | |

3.2. 面板说明

数码管显示界面分为三层：当前运行状态界面、功能码选择界面（包括“Fn xxx”配置参数和“Dn xx”状态参数）以及参数观测（“Dn xx”状态参数值）编辑（“Fn xxx”配置参数值）界面，各层界面的说明可参考下表所示。三层界面之间可以通过按键来切换。

【注】表示当前位呈闪烁状态。

| 序号 | 显示类别 | 显示定义 | 说 明 | |
|----|--------------|---------|-------------------------|---------------------|
| 1 | 当前运行 状态界面 | 默认状态 | MBOX 自检完成，但 CAN 总线连接未建立 | CAN 总线建立连接，动感平台等待运行 |
| | | | | |
| | | | 动感平台运行时，默认显示当前运行时间值或帧数 | 故障警告时，闪烁显示当前的报警代码 |
| | | | | |
| 2 | 功能码 选择界面 | 状态参数 | | |
| | | 配置参数 | | |
| 3 | 参数观测 编辑界面 | 状态参数观测值 | | |
| | | 配置参数编辑值 | | |

表 3-1 数码管显示说明

3.3. 指示灯显示说明

红色和绿色指示灯的不同状态代表 MBOX 动感平台的不同运行状态，具体说明见下表所示：

| 指示灯 | 定 义 | 操 作 说 明 |
|-----|-------------|---|
| 红色 | 以太网 指示灯 | 熄灭：以太网未建立连接 点亮：以太网已建立连接 |
| 绿色 | 运行状态 指示灯 | 熄灭：动感平台初始定位中 点亮：动感平台初始定位完成，等待运行 慢闪：动感平台正在运行中 快闪：动感平台 MBOX 故障 |

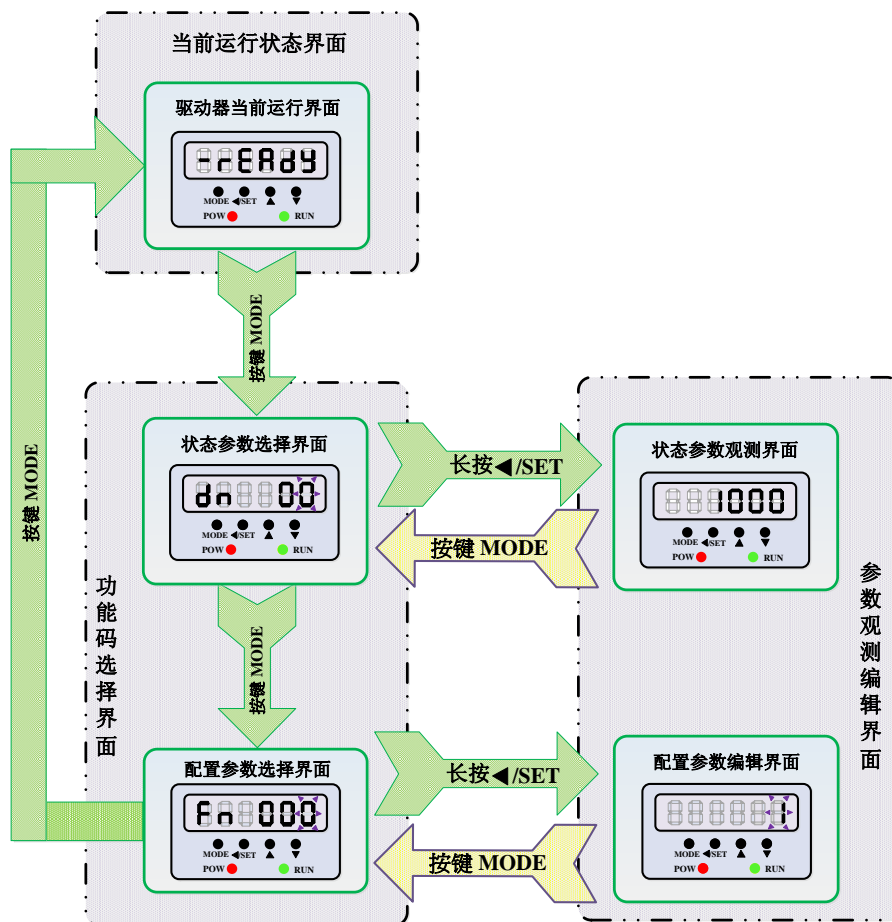


图 3-2 数码管显示界面之间的切换

3.4. 按键的功能定义

按键是提供给用户用来选择、观测、编辑参数使用的，具体定义见下表所示。

| 按 键 | 定 义 | 操 作 说 明 |
|-------|----------|---|
| MODE | 界面切换 | 在“当前运行状态界面”、“状态参数选择界面”和“配置参数选择界面”之间切换 在进行驱动器内部参数观测或编辑时，用于由“参数观测编辑界面”退回到“功能码选择界面” |
| ◀/SET | 确认 & 移位 | 在“功能码选择界面”和“配置参数编辑界面”，正常短暂按键，则用来选择需要修改的功能码及其参数值的数字位，同时被选择修改的“位”闪烁 在“功能码选择界面”，如选定了某个参数编号，持续按键 1 秒则进入“参数观测编辑界面” 在“配置参数编辑界面”，持续按键 1 秒则确认和保存已修改的参数值 |
| ▲ | 递增 按键 | 在“功能码选择界面”和“配置参数编辑界面”，被选择修改的闪烁“位”以增量“1”来增加闪烁“位”的数字值 |
| ▼ | 递减 按键 | 在“功能码选择界面”和“配置参数编辑界面”，被选择修改的闪烁“位”以增量“-1”来减少闪烁“位”的数字值 |

3.5. 查询状态显示示例

MBOX 的系统状态以“Dn xx”为标识，在调试过程中，可通过“Dn xx”状态参数观测感兴趣的状态值。

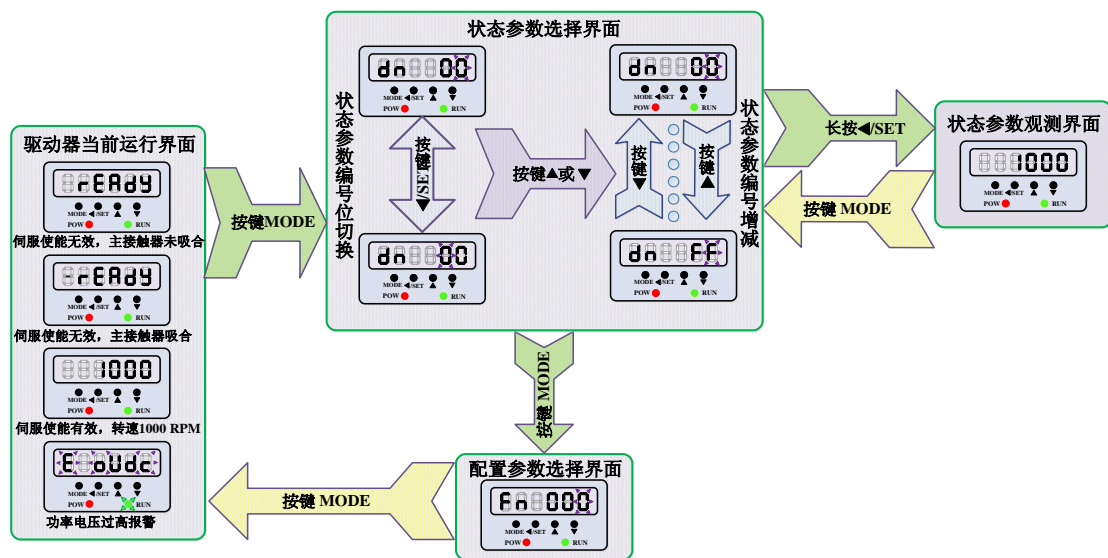


图 3-3 查询状态的一般示意图

键盘显示接口

3.6. 查询编辑参数示例

MBOX 的配置参数以“Fn xxx”为标识，用户在购买产品之后，需要根据应用的不同，对相关的配置参数进行设置。下图为查询编辑配置参数的一般示例图。

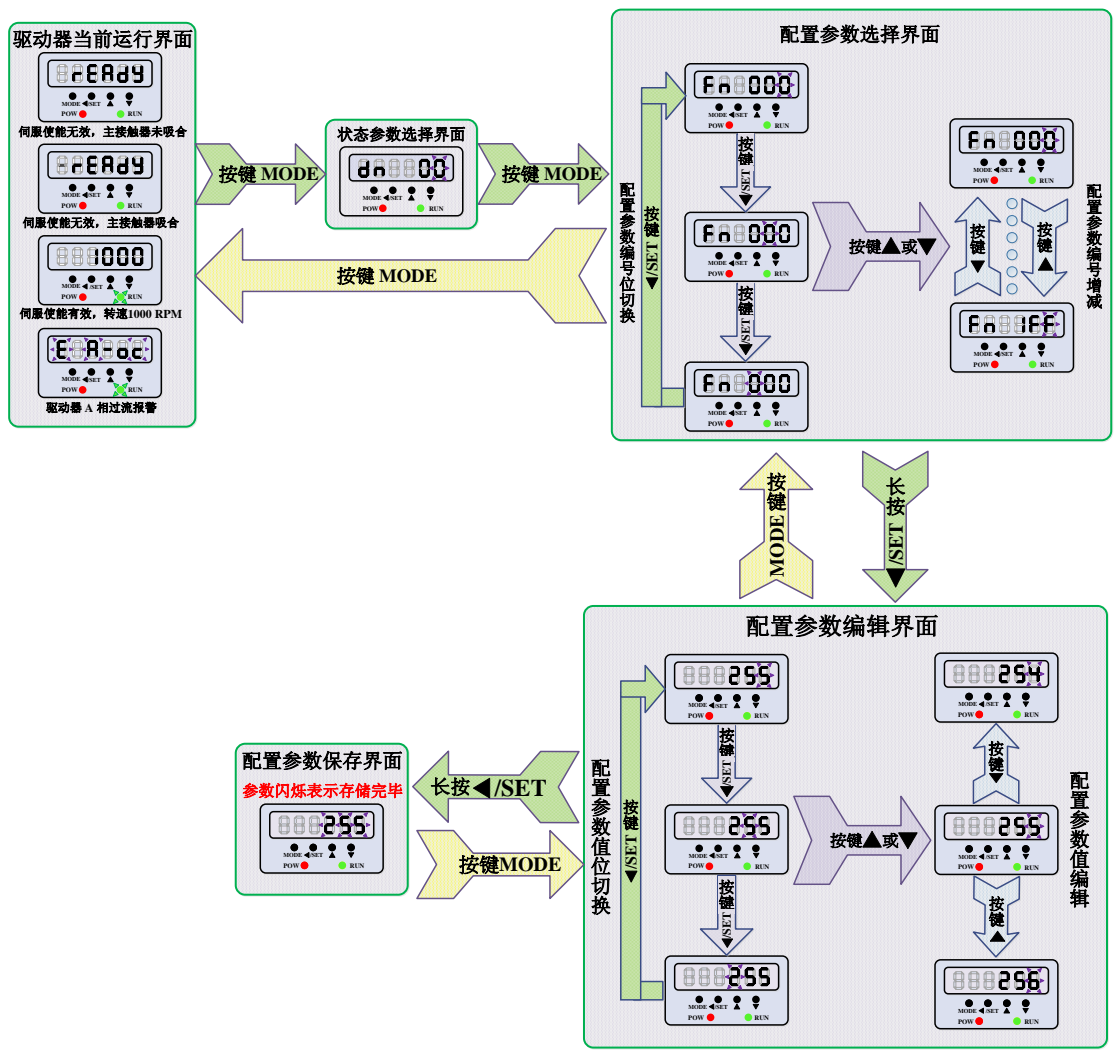


图 3-4 查询编辑配置参数的一般示意图

第四章 以太网总线通讯协议

4.1. MBOX 以太网通讯概述

本系统采用以太网局域网+CAN 总线控制方案实现动感平台的网络化伺服控制。其中，MBOX 以太网数据通讯采用 UDP 通讯协议。

4.2. MBOX 以太网通讯协议

下面介绍 MBOX 的以太网通讯基本框架及具体的通讯协议。

4.2.1. MBOX 以太网通讯基本框架

以太网数据通讯采用 UDP 通讯协议，UDP 的基本格式如下。通过 MAC 地址，IP 地址，以及用户特殊定义的 UDP 源端口号和目标端口号实现以太网数据的流向控制。动感平台交互的控制信息在 UDP 数据部分来体现。

| MAC Header (14 Bytes) | | |
|-------------------------|------------------------|--------|
| DA | SA | TYPE |
| \$. \$. \$. \$. \$. \$ | \$. \$. \$. \$. \$. \$ | 0x0800 |

| IP Header (20 Bytes) | | | | | | | | | |
|-----------------------|------------------|-----------------|--------|----------------|-----|------------------|--------------|-------------------|-------------------|
| Ver HeadLength | Diff Services | Total Length | Id | Flag Offset | TTL | Protocol Type | Check Sum | Souce IP | Destination IP |
| 0x45 | \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$ | 0x11 | \$\$ | \$. \$. \$. \$ | \$. \$. \$. \$ |

| UDP Header (8 Bytes) | | | |
|------------------------|------------------|--------|----------|
| Source Port | Destination Port | Length | CheckSum |
| \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ |

| UDP Data | | |
|----------------------------|----------------|----------------|
| AppControlField | AppWhoField | AppDataField |
| \$. \$. \$. \$. \$. \$. \$ | \$. \$. \$. \$ | \$. \$. \$. \$ |

| MAC Frame Check Sequence (4 Bytes) |
|--------------------------------------|
| \$. \$. \$. \$ |

4.2.2. MBOX 以太网信息传递的 UDP 数据方法

本通讯方法可实现点到点的交互及广播通讯，以及点到多点的交互和广播通讯，通过 MAC 地址，IP 地址，端口号来寻址。当 MAC 地址全为 6 个 FF 时，表示物理地址广播；当 IP 段位地址为 4 个 FF 时，表示逻辑地址广播。

在本文中，以太网的 UDP 数据部分分为 3 个子域，分别为应用控制域（AppControlField）、应用处理器域（AppWhoFiled）以及应用数据域（AppDataField）。

以太网总线通讯协议

| UDP Data | | |
|-----------------|-------------|--------------|
| AppControlField | AppWhoField | AppDataField |

其中的应用控制域（AppControlField）用于对 UDP 数据报文进行：确认（Confirm Code），加密（PassCode），功能选择（FunctionCode），对象通道选择（ObjectChannel）。如下表所示。

| AppControlField | | | |
|-----------------|------|----------|---------|
| Confirm | Pass | Function | Object |
| Code | Code | Code | Channel |

其中的应用处理器域（AppWhoFiled）用来标识接收到该报文的 MBOX 该如何处理。

| AppWhoField | |
|-------------|--------|
| Who | Who |
| Accept | Reply |
| \$. \$ | \$. \$ |

表格中的\$.用来表示 1 个字节的数据。\$. \$表示 2 个字节的数据，其余依次类推。

一般的，应用处理器域的 WhoAccept 编码用来确认该消息的接收者，表示行与列的位置选择。当为 ff.ff 时，表示全接收；xx.ff：表示列接收；ff.xx：表示行接收；xx.yy：表示点接收，00.00 在播映计算机主站发出的报文中表示为不必接收；在 MBOX 从站发出的报文表示只需播映计算机主站接收。

一般的，应用处理器域的 WhoReply 编码用来确认该消息的应答者，表示行与列的位置选择。当为 ff.ff 时，表示全应答；xx.ff：表示列应答；ff.xx：表示行应答；xx.yy：表示点应答。00.00 在播映计算机主站发出的报文中表示为不必应答；

通过不同的应用处理器域的行和列的位置信息，可实现播映计算机对多个 MBOX 构成矩阵组合的以全方式，行方式，列方式，以及点方式的问答模式或广播模式信息交互。

应用数据域（AppDataField）表示选择不同的功能码时对应的数据信息。MBOX 支持的 UDP 数据通讯中的功能码及应用数据域的基本操作如下：

- 1) MBOX 主动报告指定状态信息
- 2) 播映计算机主站读取 MBOX 寄存器操作
- 3) 播映计算机主站写入 MBOX 寄存器操作
- 4) 播映计算机主站传递 MBOX 播放数据信息

4.2.3. MBOX 主动报告指定状态信息

当 MBOX 运行监控时，定时或出现故障等需要主动报警的情况时，则向以太网主站报告运行状态。

报告数据为：DX 起始地址+DX 数据长度。

起始地址和数据长度由 MBOX 对应 FX 参数来设定，可参考章节 1.5.6。

以太网总线通讯协议

| UDP Data | | | | | | | | |
|-----------------|--------|-----------|---------|---------------|---------------|--------------|--------|--------|
| AppControlField | | | | AppWhoField | | AppDataField | | |
| Confirm | Pass | Function | Object | Who | Who | RegStart | Reg | Reg |
| Code | Code | Code | Channel | Accept | Reply | Address | Num | Data |
| \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ |
| 0x55aa | 0x0000 | ReportReg | 0: DX | 0: Host | 0: None | X.X | X.X | X..X |
| | | 0x1001 | | X: Don't Care | X: Don't Care | | | |

4.2.4. 读取 MBOX 寄存器操作

主机请求 UDP 数据格式

| UDP Data | | | | | | | | |
|-----------------|--------|----------|---------|--------------|--------------|--------------|--------|--------|
| AppControlField | | | | AppWhoField | | AppDataField | | |
| Confirm | Pass | Function | Object | Who | Who | RegStart | Reg | Extra |
| Code | Code | Code | Channel | Accept | Reply | Address | Num | Data |
| \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ |
| 0x55aa | 0x0000 | ReadReg | 0: DX | 0: None | 0: None | X.X | X.X | X..X |
| | | 0x1101 | 1: FX | ff.ff: All | ff.ff: All | | | |
| | | | | ff.xx: Num | ff.xx: Num | | | |
| | | | | xx.ff: Group | xx.ff: Group | | | |
| | | | | Mid: Me | Mid: Me | | | |

MBOX 正确应答 UDP 数据格式

| UDP Data | | | | | | | | |
|-----------------|--------|-----------------------|---------|-------------|---------|--------------|--------|--------|
| AppControlField | | | | AppWhoField | | AppDataField | | |
| Confirm | Pass | Function | Object | Who | Who | RegStart | Reg | Reg |
| Code | Code | Code | Channel | Accept | Reply | Address | Num | Data |
| \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ |
| 0x55aa | 0x0000 | ReadReg RightReply | 0: DX | 0: Host | 0: None | X.X | X.X | X..X |
| | | 0x1102 | 1: FX | | | | | |

MBOX 错误应答 UDP 数据格式

| UDP Data | | | | | | | | |
|-----------------|--------|-----------------------|---------|-------------|---------|--------------|--------|--------|
| AppControlField | | | | AppWhoField | | AppDataField | | |
| Confirm | Pass | Function | Object | Who | Who | RegStart | Reg | Error |
| Code | Code | Code | Channel | Accept | Reply | Address | Num | Code |
| \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ |
| 0x55aa | 0x0000 | ReadReg FalseReply | 0: DX | 0: Host | 0: None | X.X | X.X | X..X |
| | | 0x1103 | 1: FX | | | | | |

以太网总线通讯协议

4.2.5. 写入 MBOX 寄存器操作

主机请求 UDP 数据格式

| UDP Data | | | | | | | | |
|-----------------|--------|----------|---------|--------------|--------------|--------------|--------|--------|
| AppControlField | | | | AppWhoField | | AppDataField | | |
| Confirm | Pass | Function | Object | Who | Who | RegStart | Reg | Reg |
| Code | Code | Code | Channel | Accept | Reply | Address | Num | Data |
| \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ |
| 0x55aa | 0x0000 | WriteReg | 0: FXm | 0: None | 0: None | X.X | X.X | X..X |
| | | 0x1201 | 1: FX | ff.ff: All | ff.ff: All | | | |
| | | | 2: CX | ff.xx: Num | ff.xx: Num | | | |
| | | | | xx.ff: Group | xx.ff: Group | | | |
| | | | | Mid: Me | Mid: Me | | | |

MBOX 正确应答 UDP 数据格式

| UDP Data | | | | | | | | |
|-----------------|--------|------------|---------|-------------|---------|--------------|--------|--------|
| AppControlField | | | | AppWhoField | | AppDataField | | |
| Confirm | Pass | Function | Object | Who | Who | RegStart | Reg | Reg |
| Code | Code | Code | Channel | Accept | Reply | Address | Num | Data |
| \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ |
| 0x55aa | 0x0000 | WriteReg | 1: FX | 0: Host | 0: None | X.X | X.X | X..X |
| | | RightReply | 2: CX | | | | | |

MBOX 错误应答 UDP 数据格式

| UDP Data | | | | | | | | |
|-----------------|--------|------------|---------|-------------|---------|--------------|--------|--------|
| AppControlField | | | | AppWhoField | | AppDataField | | |
| Confirm | Pass | Function | Object | Who | Who | RegStart | Reg | Error |
| Code | Code | Code | Channel | Accept | Reply | Address | Num | Code |
| \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ |
| 0x55aa | 0x0000 | WriteReg | 1: FX | 0: Host | 0: None | X.X | X.X | X..X |
| | | FalseReply | 2: CX | | | | | |

其中的 FX 表示参数寄存器；CX 表示控制寄存器：可以控制播放的运行操作，故障复位等；FXm 表示修改参数寄存器，但不执行掉电保存功能。

4.2.6. MBOX 播放绝对时间数据操作（3 轴平台模式）

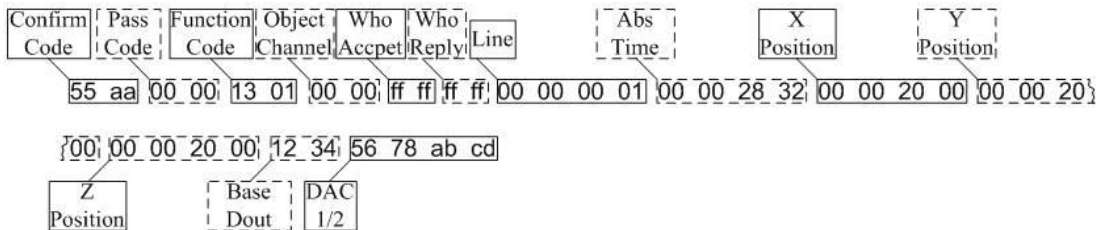
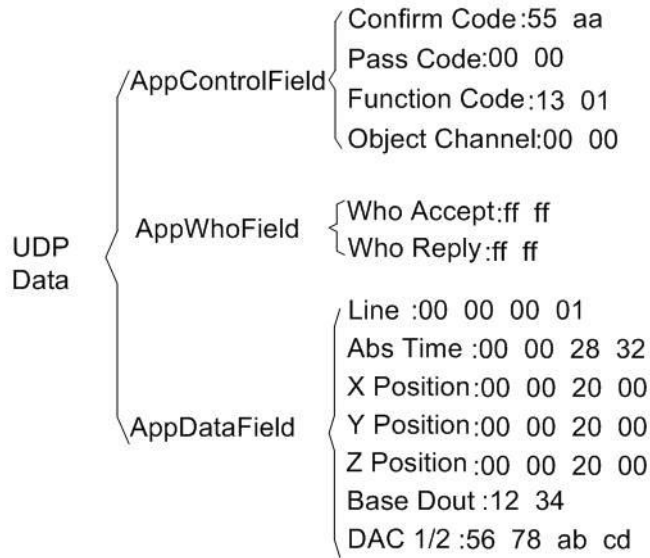
MBOX 播放绝对时间格式位置数据的功能码是：1301；3 轴动感平台对应的对象通道为 0。

以太网总线通讯协议

1. 主机发送 UDP 数据格式

| UDP Data | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|----------|---------|--------------|--------------|--------------|----------|----------|--------|----------------|--------|
| AppControlField | | | | AppWhoField | | AppDataField | | | | | |
| Confirm | Pass | Function | Object | Who | Who | Line. | Abs Time | XYZ | Base | DAC | Ext |
| Code | Code | Code | Channel | Accept | Reply | | | Position | Dout | 1/2 | Dout |
| \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | L. | L. | L..L.L | \$. \$ | \$. \$. \$. \$ | \$. \$ |
| 0x55aa | 0x0000 | AbsTime | 0: 3 轴模 | 0: None | 0: None | L. | L. | L.L.L | X.X | \$. \$. \$. \$ | X.X |
| | | PlayAll | 式 | | | | | | | | |
| | | 0x1301 | | ff.ff: All | ff.ff: All | | | | | | |
| | | | | ff.xx: Num | ff.xx: Num | | | | | | |
| | | | | xx.ff: Group | xx.ff: Group | | | | | | |
| | | | | Mid: Me | Mid: Me | | | | | | |

MBOX 播放绝对时间数据操作（3 轴平台模式）UDP Data 示例



以太网总线通讯协议

2. MBOX 正确应答 UDP 数据格式

| UDP Data | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|--------------|----------|-------------|---------|--------------|----------|----------|-----------|----------------|----------|
| AppControlField | | | | AppWhoField | | AppDataField | | | | | |
| Confirm | Pass | Function | Object | Who | Who | Line. | Abs Time | XYZ | Base Dout | DAC 1/2 | Ext Dout |
| Code | Code | Code | Channel | Accept | Reply | | | Position | | | |
| \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | L. | L. | L..L.L | \$. \$ | \$. \$. \$. \$ | \$. \$ |
| 0x55aa | 0x0000 | AbsTime | 0: 3 轴模式 | 0: Host | 0: Host | L. | L. | L.L.L | X.X | \$. \$. \$. \$ | X.X |
| | | PlayAllRight | | | | | | | | | |
| | | 0x1302 | | | | | | | | | |

3. MBOX 错误应答 UDP 数据格式（错误原因：内部缓冲区满）

| UDP Data | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|-------------|----------|-------------|---------|--------------|----------|----------|-----------|----------------|----------|
| AppControlField | | | | AppWhoField | | AppDataField | | | | | |
| Confirm | Pass | \$. \$ | Object | Who | Who | Line | Abs Time | XYZ | Base Dout | DAC 1/2 | Ext Dout |
| Code | Code | X.X | Channel | Accept | Reply | | | Position | | | |
| \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | L. | L. | L..L.L | \$. \$ | \$. \$. \$. \$ | \$. \$ |
| 0x55aa | 0x0000 | AbsTime | 0: 3 轴模式 | 0: Host | 0: Host | L. | L. | L.L.L | X.X | \$. \$. \$. \$ | X.X |
| | | PlayAllErr1 | | | | | | | | | |
| | | 0x1303 | | | | | | | | | |

4. MBOX 错误应答 UDP 数据格式（错误原因：数据帧数据长度不足）

| UDP Data | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|-------------|----------|-------------|---------|--------------|----------|----------|-----------|----------------|----------|
| AppControlField | | | | AppWhoField | | AppDataField | | | | | |
| Confirm | Pass | \$. \$ | Object | Who | Who | Line | Abs Time | XYZ | Base Dout | DAC 1/2 | Ext Dout |
| Code | Code | X.X | Channel | Accept | Reply | | | Position | | | |
| \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | L. | L. | L..L.L | \$. \$ | \$. \$. \$. \$ | \$. \$ |
| 0x55aa | 0x0000 | AbsTime | 0: 3 轴模式 | 0: Host | 0: Host | L. | L. | L.L.L | X.X | \$. \$. \$. \$ | X.X |
| | | PlayAllErr2 | | | | | | | | | |
| | | 0x1304 | | | | | | | | | |

4.2.7. MBOX 播放绝对时间数据操作（6 轴平台模式）

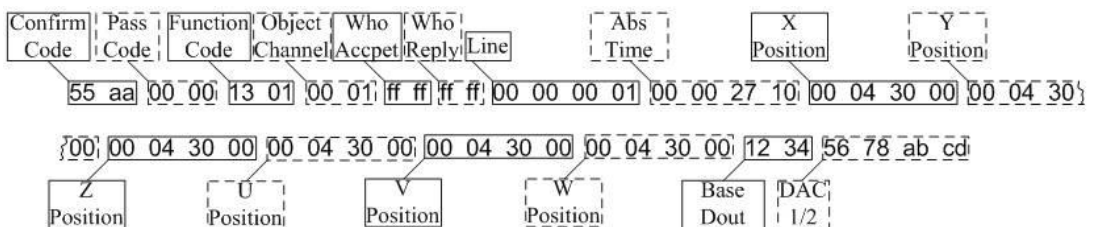
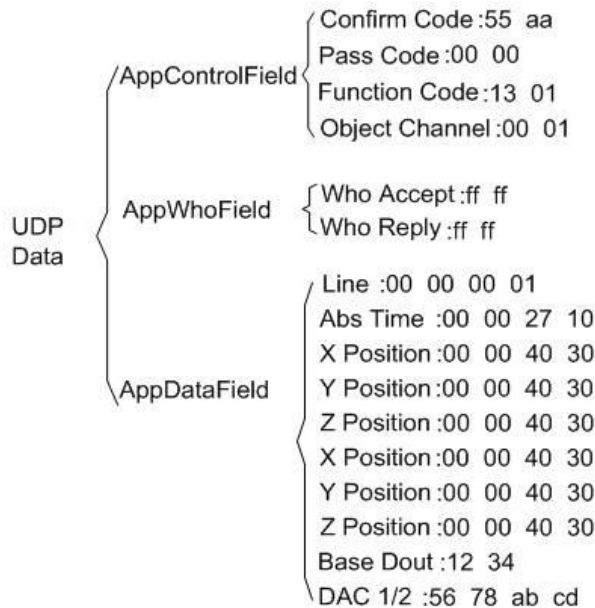
MBOX 播放绝对时间格式位置数据的功能码是：1301；6 轴动感平台对应的对象通道为 0。

以太网总线通讯协议

1. 主机发送 UDP 数据格式

| UDP Data | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|----------|---------|--------------|--------------|--------------|----------|-------------|-----------|----------------|----------|
| AppControlField | | | | AppWhoField | | AppDataField | | | | | |
| Confirm | Pass | Function | Object | Who | Who | Line. | Abs Time | XYZUVW | Base Dout | DAC 1/2 | Ext Dout |
| Code | Code | Code | Channel | Accept | Reply | | | Position | | | |
| \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | L. | L. | L.L.L.L.L.L | \$. \$ | \$. \$. \$. \$ | \$. \$ |
| 0x55aa | 0x0000 | AbsTime | 1: 6 轴模 | 0: None | 0: None | L. | L. | L.L.L.L.L.L | X.X | \$. \$. \$. \$ | X.X |
| | | PlayAll | 式 | | | | | | | | |
| | | 0x1301 | | ff.ff: All | ff.ff: All | | | | | | |
| | | | | ff.xx: Num | ff.xx: Num | | | | | | |
| | | | | xx.ff: Group | xx.ff: Group | | | | | | |
| | | | | Mid: Me | Mid: Me | | | | | | |

MBOX 播放绝对时间数据操作（6 轴平台模式）UDP Data 示例



以太网总线通讯协议

2. MBOX 正确应答 UDP 数据格式

| UDP Data | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|--------------|----------|-------------|---------|--------------|----------|-------------|-----------|----------------|----------|
| AppControlField | | | | AppWhoField | | AppDataField | | | | | |
| Confirm | Pass | Function | Object | Who | Who | Line. | Abs Time | XYZUVW | Base Dout | DAC 1/2 | Ext Dout |
| Code | Code | Code | Channel | Accept | Reply | | | Position | | | |
| \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | L. | L. | L.L.L.L.L.L | \$. \$ | \$. \$. \$. \$ | \$. \$ |
| 0x55aa | 0x0000 | AbsTime | 1: 6 轴模式 | 0: Host | 0: Host | L. | L. | L.L.L.L.L.L | X.X | \$. \$. \$. \$ | X.X |
| | | PlayAllRight | | | | | | | | | |
| | | 0x1302 | | | | | | | | | |

3. MBOX 错误应答 UDP 数据格式（错误原因：内部缓冲区满）

| UDP Data | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|-------------|----------|-------------|---------|--------------|----------|-------------|-----------|----------------|----------|
| AppControlField | | | | AppWhoField | | AppDataField | | | | | |
| Confirm | Pass | Function | Object | Who | Who | Line. | Abs Time | XYZUVW | Base Dout | DAC 1/2 | Ext Dout |
| Code | Code | Code | Channel | Accept | Reply | | | Position | | | |
| \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | L. | L. | L.L.L.L.L.L | \$. \$ | \$. \$. \$. \$ | \$. \$ |
| 0x55aa | 0x0000 | AbsTime | 1: 6 轴模式 | 0: Host | 0: Host | L. | L. | L.L.L.L.L.L | X.X | \$. \$. \$. \$ | X.X |
| | | PlayAllErr1 | | | | | | | | | |
| | | 0x1303 | | | | | | | | | |

4. MBOX 错误应答 UDP 数据格式（错误原因：数据帧数据长度不足）

| UDP Data | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|-------------|----------|-------------|---------|--------------|----------|-------------|-----------|----------------|----------|
| AppControlField | | | | AppWhoField | | AppDataField | | | | | |
| Confirm | Pass | Function | Object | Who | Who | Line. | Abs Time | XYZUVW | Base Dout | DAC 1/2 | Ext Dout |
| Code | Code | Code | Channel | Accept | Reply | | | Position | | | |
| \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | L. | L. | L.L.L.L.L.L | \$. \$ | \$. \$. \$. \$ | \$. \$ |
| 0x55aa | 0x0000 | AbsTime | 1: 6 轴模式 | 0: Host | 0: Host | L. | L. | L.L.L.L.L.L | X.X | \$. \$. \$. \$ | X.X |
| | | PlayAllErr2 | | | | | | | | | |
| | | 0x1304 | | | | | | | | | |

4.2.8. MBOX 播放相对时间数据操作（3 轴平台模式）

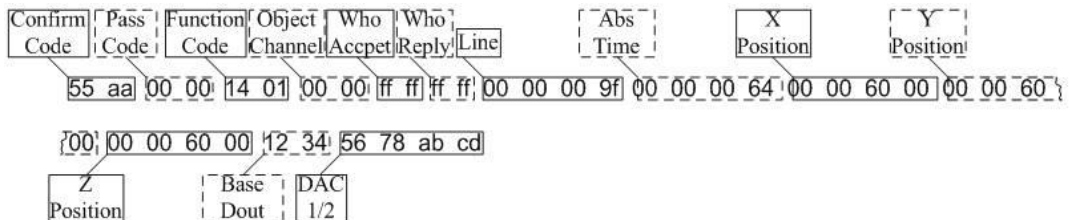
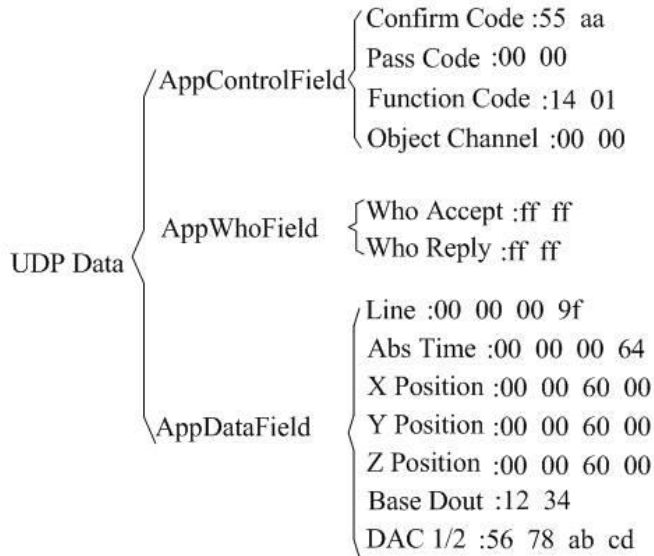
MBOX 播放相对时间格式位置数据的功能码是：1401；3 轴动感平台对应的对象通道为 0。

以太网总线通讯协议

1. 主机发送 UDP 数据格式

| UDP Data | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|-----------|---------|--------------|--------------|--------------|-------|----------|--------|----------------|--------|
| AppControlField | | | | AppWhoField | | AppDataField | | | | | |
| Confirm | Pass | Function | Object | Who | Who | Line | Delta | XYZ | Base | DAC | Ext |
| Code | Code | Code | Channel | Accept | Reply | | Time | Position | Dout | 1/2 | Dout |
| \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | L. | L. | L..L.L | \$. \$ | \$. \$. \$. \$ | \$. \$ |
| 0x55aa | 0x0000 | DeltaTime | 0: 3 轴模 | 0: None | 0: None | L. | L. | L.L.L | X.X | \$. \$. \$. \$ | X.X |
| | | PlayAll | 式 | | | | | | | | |
| | | 0x1401 | | ff.ff: All | ff.ff: All | | | | | | |
| | | | | ff.xx: Num | ff.xx: Num | | | | | | |
| | | | | xx.ff: Group | xx.ff: Group | | | | | | |
| | | | | Mid: Me | Mid: Me | | | | | | |

MBOX 播放相对时间数据操作（3 轴平台模式）UDP Data 示例



以太网总线通讯协议

2. MBOX 正确应答 UDP 数据格式

| UDP Data | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|-----------|---------|-------------|---------|--------------|---------------|----------|--------------|----------------|-------------|
| AppControlField | | | | AppWhoField | | AppDataField | | | | | |
| Confirm | Pass | Function | Object | Who | Who | Line | Delta Time | XYZ | Base Dout | DAC 1/2 | Ext Dout |
| Code | Code | Code | Channel | Accept | Reply | | | Position | | | |
| \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | L. | L. | L..L.L | \$. \$ | \$. \$. \$. \$ | \$. \$ |
| 0x55aa | 0x0000 | DeltaTime | 0: 3 轴模 | 0: Host | 0: Host | L. | L. | L.L.L | X.X | \$. \$. \$. \$ | X.X |
| | | PlayAll | 式 | | | | | | | | |
| | | 0x1402 | | | | | | | | | |

3. MBOX 错误应答 UDP 数据格式（错误原因：内部缓冲区满）

| UDP Data | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|-----------|---------|-------------|---------|--------------|---------------|----------|--------------|----------------|-------------|
| AppControlField | | | | AppWhoField | | AppDataField | | | | | |
| Confirm | Pass | \$. \$ | Object | Who | Who | Line | Delta Time | XYZ | Base Dout | DAC 1/2 | Ext Dout |
| Code | Code | X.X | Channel | Accept | Reply | | | Position | | | |
| \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | L. | L. | L..L.L | \$. \$ | \$. \$. \$. \$ | \$. \$ |
| 0x55aa | 0x0000 | DeltaTime | 0: 3 轴模 | 0: Host | 0: Host | L. | L. | L.L.L | X.X | \$. \$. \$. \$ | X.X |
| | | PlayAll | 式 | | | | | | | | |
| | | 0x1403 | | | | | | | | | |

4. MBOX 错误应答 UDP 数据格式（错误原因：数据帧数据长度不足）

| UDP Data | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|-----------|---------|-------------|---------|--------------|---------------|----------|--------------|----------------|-------------|
| AppControlField | | | | AppWhoField | | AppDataField | | | | | |
| Confirm | Pass | \$. \$ | Object | Who | Who | Line | Delta Time | XYZ | Base Dout | DAC 1/2 | Ext Dout |
| Code | Code | X.X | Channel | Accept | Reply | | | Position | | | |
| \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | L. | L. | L..L.L | \$. \$ | \$. \$. \$. \$ | \$. \$ |
| 0x55aa | 0x0000 | DeltaTime | 0: 3 轴模 | 0: Host | 0: Host | L. | L. | L.L.L | X.X | \$. \$. \$. \$ | X.X |
| | | PlayAll | 式 | | | | | | | | |
| | | 0x1404 | | | | | | | | | |

备注： 当 DeltaTime 为 0 时，用内部点动时间参数来代替。
当 DeltaTime 小于 0 时，用内部快退时间参数来代替。

4.2.9. MBOX 播放相对时间数据操作（6 轴平台模式）

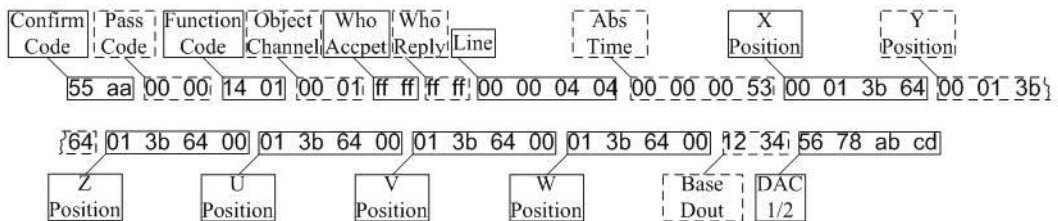
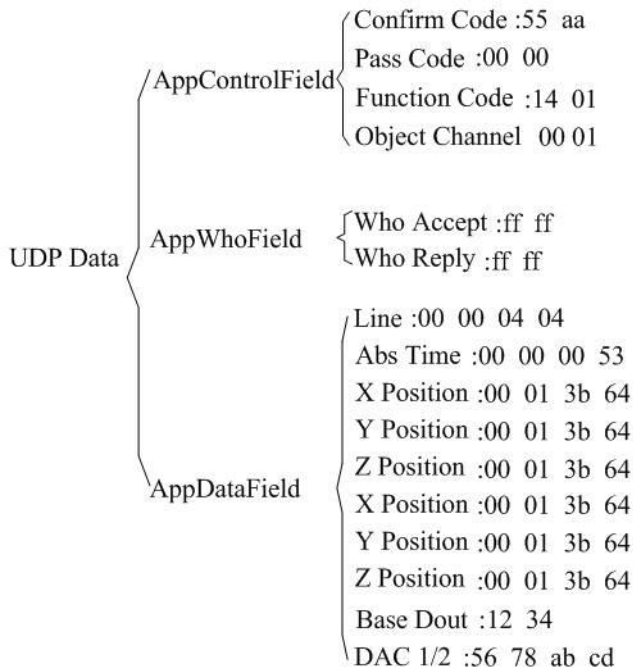
MBOX 播放相对时间格式位置数据的功能码是：1401；6 轴动感平台对应的对象通道为 1。

以太网总线通讯协议

1. 主机发送 UDP 数据格式

| UDP Data | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|-----------|----------|--------------|--------------|--------------|------------|-------------|-----------|----------------|----------|
| AppControlField | | | | AppWhoField | | AppDataField | | | | | |
| Confirm | Pass | Function | Object | Who | Who | Line. | Delta Time | XYZUVW | Base Dout | DAC 1/2 | Ext Dout |
| Code | Code | Code | Channel | Accept | Reply | | | Position | | | |
| \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | L. | L. | L.L.L.L.L.L | \$. \$ | \$. \$. \$. \$ | \$. \$ |
| 0x55aa | 0x0000 | DeltaTime | 1: 6 轴模式 | 0: None | 0: None | L. | L. | L.L.L.L.L.L | X.X | \$. \$. \$. \$ | X.X |
| | | PlayAll | | ff.ff: All | ff.ff: All | | | | | | |
| | | 0x1401 | | ff.xx: Num | ff.xx: Num | | | | | | |
| | | | | xx.ff: Group | xx.ff: Group | | | | | | |
| | | | | Mid: Me | Mid: Me | | | | | | |

MBOX 播放相对时间数据操作（6 轴平台模式）UDP Data 示例



以太网总线通讯协议

2. MBOX 正确应答 UDP 数据格式

| UDP Data | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|-----------|---------|-------------|---------|--------------|------------|-------------|-----------|----------------|----------|
| AppControlField | | | | AppWhoField | | AppDataField | | | | | |
| Confirm | Pass | Function | Object | Who | Who | Line. | Delta Time | XYZUVW | Base Dout | DAC 1/2 | Ext Dout |
| Code | Code | Code | Channel | Accept | Reply | | | Position | | | |
| \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | L. | L. | L.L.L.L.L.L | \$. \$ | \$. \$. \$. \$ | \$. \$ |
| 0x55aa | 0x0000 | DeltaTime | 1: 6 轴模 | 0: Host | 0: Host | L. | L. | L.L.L.L.L.L | X.X | \$. \$. \$. \$ | X.X |
| | | PlayAll | 式 | | | | | | | | |
| | | 0x1402 | | | | | | | | | |

3. MBOX 错误应答 UDP 数据格式（错误原因：内部缓冲区满）

| UDP Data | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|-----------|---------|-------------|---------|--------------|------------|-------------|-----------|----------------|----------|
| AppControlField | | | | AppWhoField | | AppDataField | | | | | |
| Confirm | Pass | Function | Object | Who | Who | Line. | Delta Time | XYZUVW | Base Dout | DAC 1/2 | Ext Dout |
| Code | Code | Code | Channel | Accept | Reply | | | Position | | | |
| \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | L. | L. | L.L.L.L.L.L | \$. \$ | \$. \$. \$. \$ | \$. \$ |
| 0x55aa | 0x0000 | DeltaTime | 1: 6 轴模 | 0: Host | 0: Host | L. | L. | L.L.L.L.L.L | X.X | \$. \$. \$. \$ | X.X |
| | | PlayAll | 式 | | | | | | | | |
| | | 0x1403 | | | | | | | | | |

4. MBOX 错误应答 UDP 数据格式（错误原因：数据帧数据长度不足）

| UDP Data | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|-----------|---------|-------------|---------|--------------|------------|-------------|-----------|----------------|----------|
| AppControlField | | | | AppWhoField | | AppDataField | | | | | |
| Confirm | Pass | Function | Object | Who | Who | Line. | Delta Time | XYZUVW | Base Dout | DAC 1/2 | Ext Dout |
| Code | Code | Code | Channel | Accept | Reply | | | Position | | | |
| \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | \$. \$ | L. | L. | L.L.L.L.L.L | \$. \$ | \$. \$. \$. \$ | \$. \$ |
| 0x55aa | 0x0000 | DeltaTime | 1: 6 轴模 | 0: Host | 0: Host | L. | L. | L.L.L.L.L.L | X.X | \$. \$. \$. \$ | X.X |
| | | PlayAll | 式 | | | | | | | | |
| | | 0x1404 | | | | | | | | | |

4.2.10. MBOX 的控制寄存器 CX

MBOX 的控制寄存器 CX，用于上位指令计算机对 MBOX 进行通讯控制。

每个 CX 寄存器是 16 位的格式，目前已定义的功能如下：

| Cn | 编号 DEC | 编号 HEX | 定 义 | 说 明 |
|----|--------|--------|------------------------|-------------------|
| Cn | 0 | 0 | MBOXPlayControlWord | MBOX 播放控制字 |
| Cn | 1 | 1 | MBOXDoutControlWord | MBOX 数字输出控制字 |
| Cn | 2 | 2 | MBOXDac1ControlWord | MBOX 模拟输出通道 1 控制字 |
| Cn | 3 | 3 | MBOXDac2ControlWord | MBOX 模拟输出通道 1 控制字 |
| Cn | 4 | 4 | MBOXExtDoutControlWord | MBOX 扩展数字输出控制字 |
| Cn | 5 | 5 | Reserved | 保 留 |
| Cn | 6 | 6 | Reserved | 保 留 |
| Cn | 7 | 7 | Reserved | 保 留 |

以太网总线通讯协议

1) Cn_00: MBOX 播放控制字说明

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|
| B15 | B14 | B13 | B12 | B11 | B10 | B9 | B8 | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
| | | | | | | | | | | | | | | SON | RST |

| | |
|----------------------|--|
| B0 :RST(FaultReset). | 当 MBOX 发生故障时，在故障源清除后，如果该位设置为 1，则可将 MBOX 从故障状态退出。 |
| B1: SON(SwitchOn) | 当 SwitchOn 为 0 时，可以通过上位机通讯指令实现动感平台重新自动找零位。 |
| B2-B15 | 保 留 |

2) Cn_01: MBOX 数字输出控制字

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| B15 | B14 | B13 | B12 | B11 | B10 | B9 | B8 | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
| 保 留 | | | | 12 路数字输出设定值 | | | | | | | | | | | |

3) Cn_02: MBOX 模拟输出通道 1 控制字

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| B15 | B14 | B13 | B12 | B11 | B10 | B9 | B8 | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
| DAC1 输出给定值 | | | | | | | | | | | | | | | |

4) Cn_03: MBOX 模拟输出通道 2 控制字

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| B15 | B14 | B13 | B12 | B11 | B10 | B9 | B8 | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
| DAC2 输出给定值 | | | | | | | | | | | | | | | |

5) Cn_04: MBOX 扩展数字输出控制字

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|----------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| B15 | B14 | B13 | B12 | B11 | B10 | B9 | B8 | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
| 保 留 | | | | 扩展 12 路数字输出设定值 | | | | | | | | | | | |

4.3 MBOX 与以太网的连接建立及监控

可以通过 PING 命令（以太网 ICMP 协议）来判断 MBOX 是否与计算机建立了以太网的连接关系。

另外，可以通过 Wireshark 软件来实现 MBOX 以太网运行数据的抓包监控。

4.3.1. PING 命令实现 以太网建立连接测试

当 MBOX 连接上以太网时，可以通过 PING 命令测试以太网是否联通。

一般情况下，建议先将上位机与 MBOX 配置为同一个局域网网段。

下例中，MBOX 的 IP 地址配置为：192.168.15.201

以太网总线通讯协议

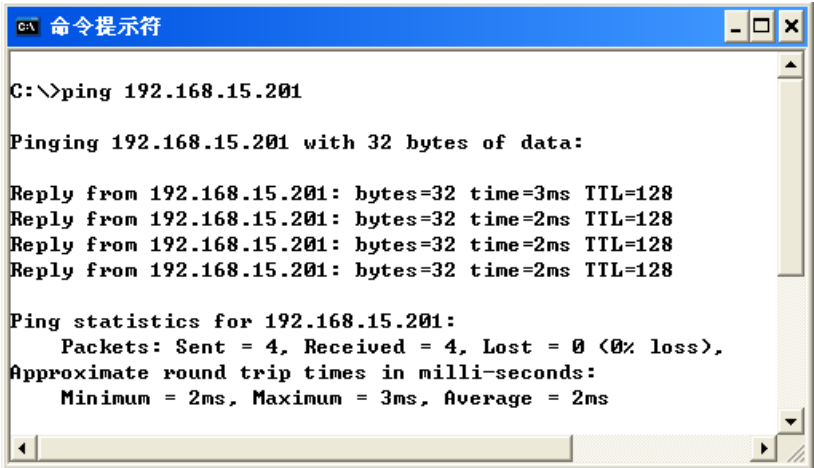
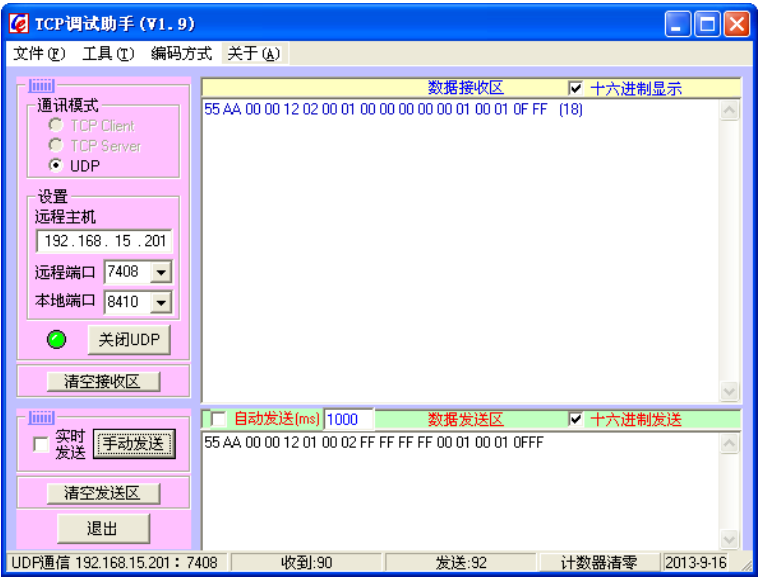


图 4-1 PING 命令查询网络连接状态

以上 PING 命令测试结果表明，主控计算机与 MBOX 连接已良好建立。

4.3.2. TCP 调试助手实现以太网通讯协议的调试

通过一个叫“TCP 调试助手”的小软件，可实现以太网通讯协议的简单应用测试及调试，为后续的编写程序提供方便。

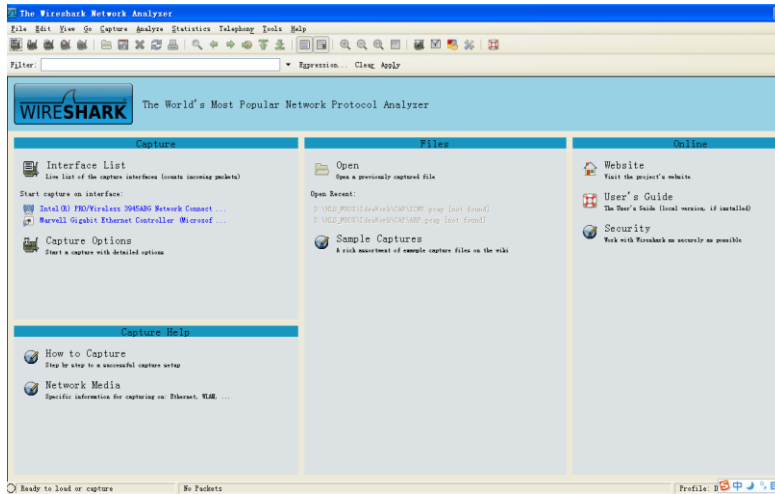


4.3.3. WireShark 实现 以太网通讯监控

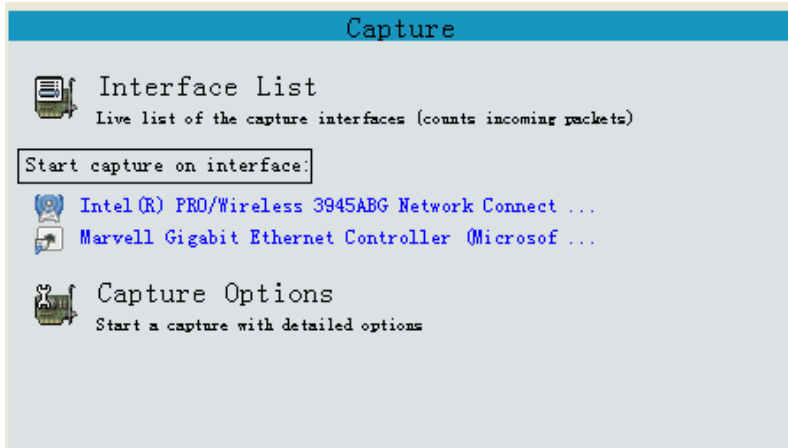
WireShark 软件是一款开源免费好用的以太网协议运行监控软件。使用该软件可以方便的理解本系统的通讯协议，并有效帮助实现主控计算机的程序编写及测试。

WireShark 启动界面

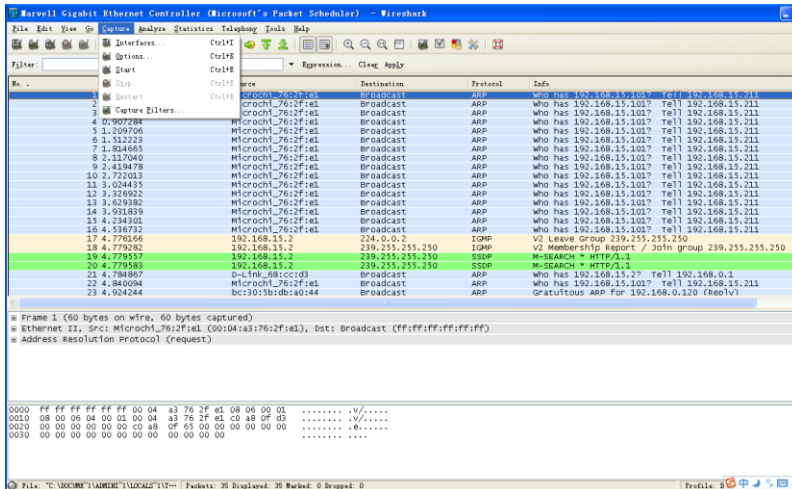
以太网总线通讯协议



1、选择网卡接口

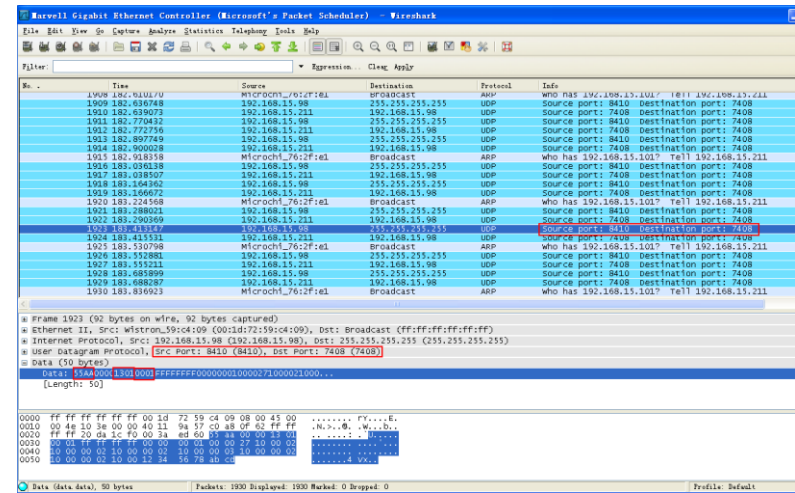


2、选择 CAPTURE 抓包动作菜单指令

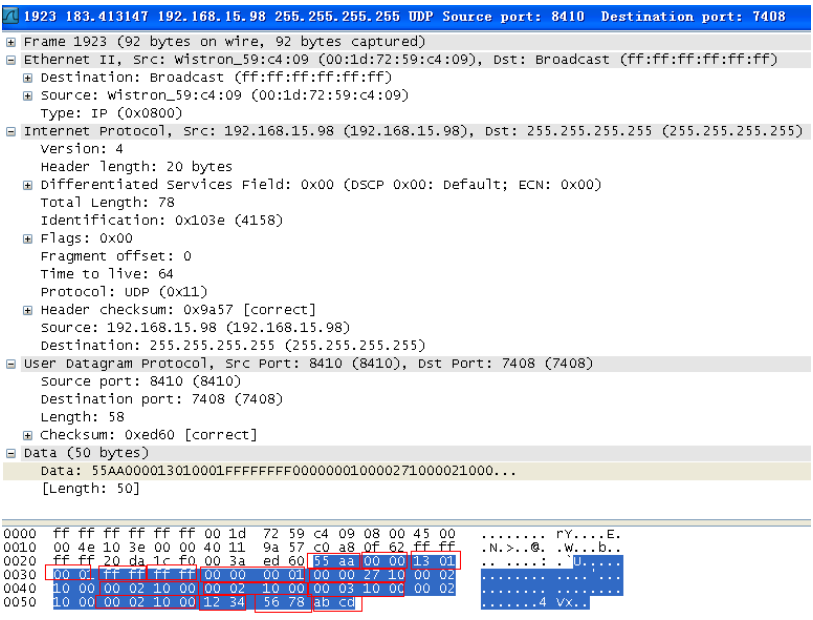


以太网总线通讯协议

3、捕获 UDP 数据包



4、UDP 数据包划线与通讯协议对照



4.4 MBOX 以太网通讯 MATLAB 例程

例程包括：
读 MBOX 寄存器操作 参考代码
写 MBOX 寄存器操作 参考代码
写 MBOX 播放操作 参考代码
在例程中有详细的代码解释。
具体的代码可与北京和利时电机技术有限公司联系申请。

4.5 MBOX 以太网通讯操作抓包示例

4.5.1. 动感平台的复位操作

4 8.120065 169.254.88.22 255.255.255.255 UDP Source port: 8410 Destination port: 7408

- Frame 4 (60 bytes on wire, 60 bytes captured)
- Ethernet II, Src: Wistron_59:c4:09 (00:1d:72:59:c4:09), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
 - Destination: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
 - Source: Wistron_59:c4:09 (00:1d:72:59:c4:09)
 - Type: IP (0x0800)
- Internet Protocol, Src: 169.254.88.22 (169.254.88.22), Dst: 255.255.255.255 (255.255.255.255)
 - Version: 4
 - Header length: 20 bytes
 - Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP 0x00: Default; ECN: 0x00)
 - Total Length: 46
 - Identification: 0x84dc (34012)
 - Flags: 0x00
 - Fragment offset: 0
 - Time to live: 64
 - Protocol: UDP (0x11)
 - Header checksum: 0xf3ce [correct]
 - Source: 169.254.88.22 (169.254.88.22)
 - Destination: 255.255.255.255 (255.255.255.255)
- User Datagram Protocol, Src Port: 8410 (8410), Dst Port: 7408 (7408)
 - Source port: 8410 (8410)
 - Destination port: 7408 (7408)
 - Length: 26
 - Checksum: 0x582d [correct]
- Data (18 bytes)
 - Data: 55AA000012010000FFFFFFFF000000010000
 - Length: 18

对象通道为2表示命令寄存器 (ObjectChannel=2)

命令寄存器地址为0表示播放控制寄存器

命令寄存器长度为1表示只进行1个命令寄存器操作

命令寄存器数据为: 0x0000表示播放控制寄存器为0, 该设置可以实现动感平台的复位操作。

4.5.2. 动感平台的紧急停机操作

211 342.002033 169.254.88.22 255.255.255.255 UDP Source port: 8410 Destination port: 7408

- Frame 211 (60 bytes on wire, 60 bytes captured)
- Ethernet II, Src: Wistron_59:c4:09 (00:1d:72:59:c4:09), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
 - Destination: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
 - Source: Wistron_59:c4:09 (00:1d:72:59:c4:09)
 - Type: IP (0x0800)
- Internet Protocol, Src: 169.254.88.22 (169.254.88.22), Dst: 255.255.255.255 (255.255.255.255)
 - Version: 4
 - Header length: 20 bytes
 - Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP 0x00: Default; ECN: 0x00)
 - Total Length: 46
 - Identification: 0x862e (34350)
 - Flags: 0x00
 - Fragment offset: 0
 - Time to live: 64
 - Protocol: UDP (0x11)
 - Header checksum: 0xf27c [correct]
 - Source: 169.254.88.22 (169.254.88.22)
 - Destination: 255.255.255.255 (255.255.255.255)
- User Datagram Protocol, Src Port: 8410 (8410), Dst Port: 7408 (7408)
 - Source port: 8410 (8410)
 - Destination port: 7408 (7408)
 - Length: 26
 - Checksum: 0x579e [correct]
- Data (18 bytes)
 - Data: 55AA000012010000FFFFFFFF009000010001
 - Length: 18

对象通道为0表示修改参数寄存器, 但不保存。 (ObjectChannel=0)

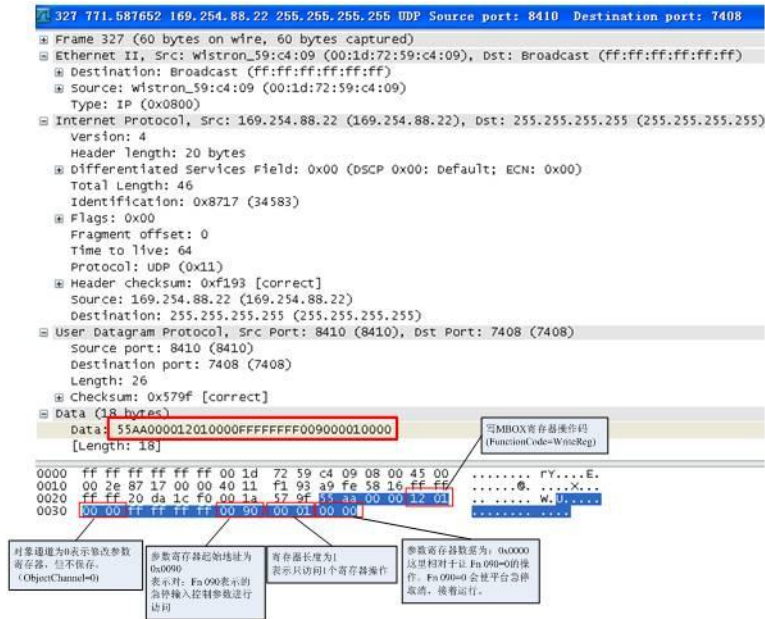
命令寄存器地址为0x0090表示时: 0x0090表示的寄存器输入控制参数进行设置

寄存器长度为1表示只进行1个参数寄存器操作

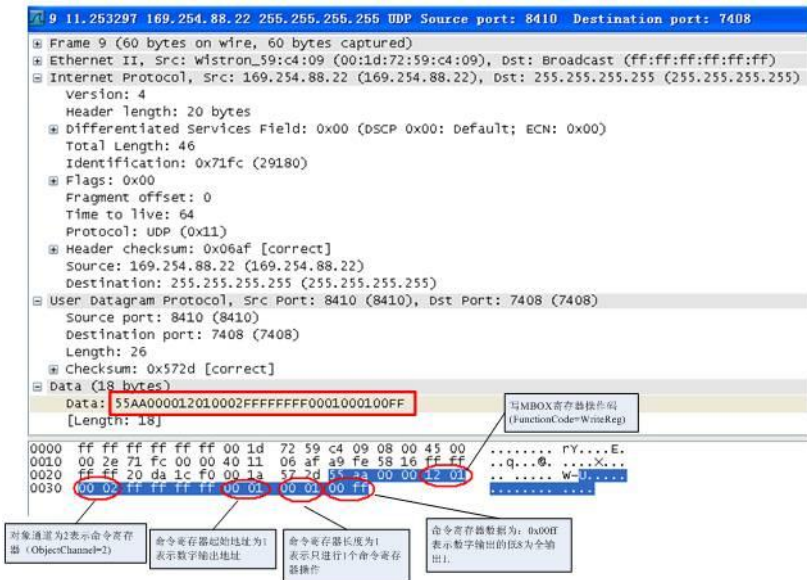
参数寄存器数据为: 0x0001这里相对于让Fn 090=1的操作, Fn 090=1会发平台停止。

以太网总线通讯协议

4.5.3. 动感平台的紧急停机取消操作

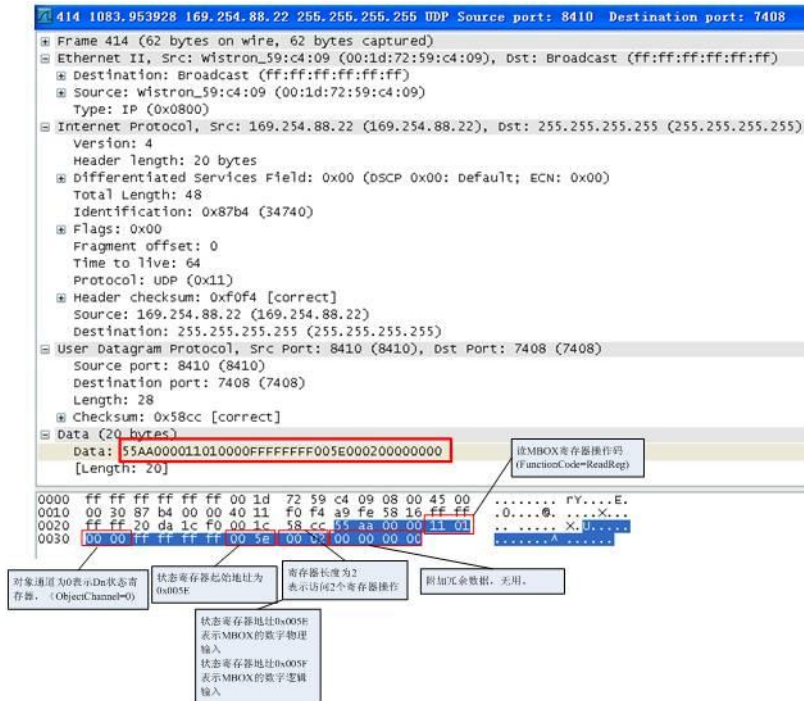


4.5.4. 动感平台的特效数字输出操作

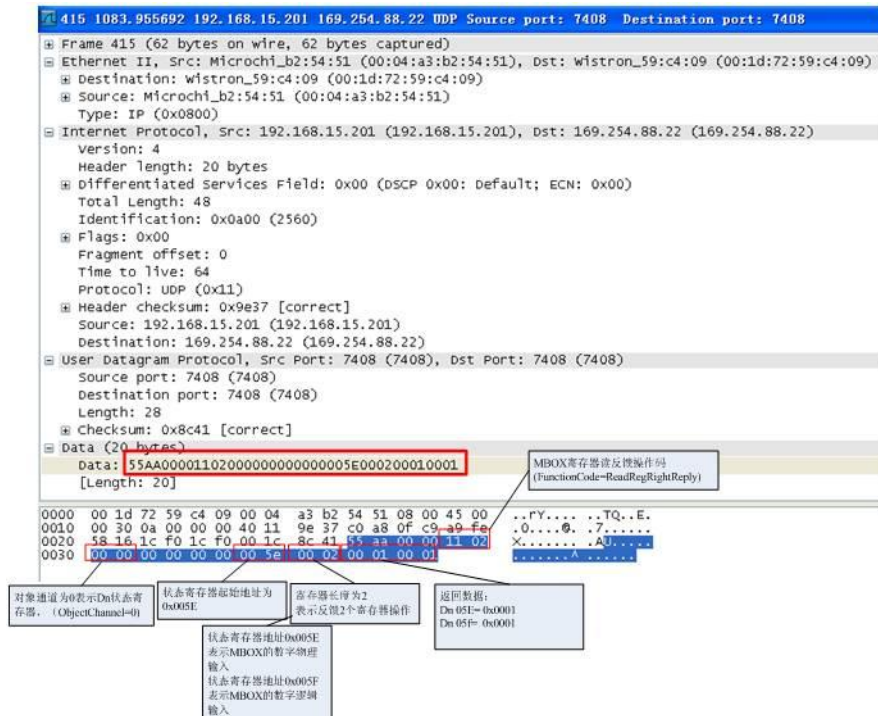


4.5.5. 上位机读取动感平台的数字输入操作

上位机发出读 MBOX 状态寄存器的操作码：

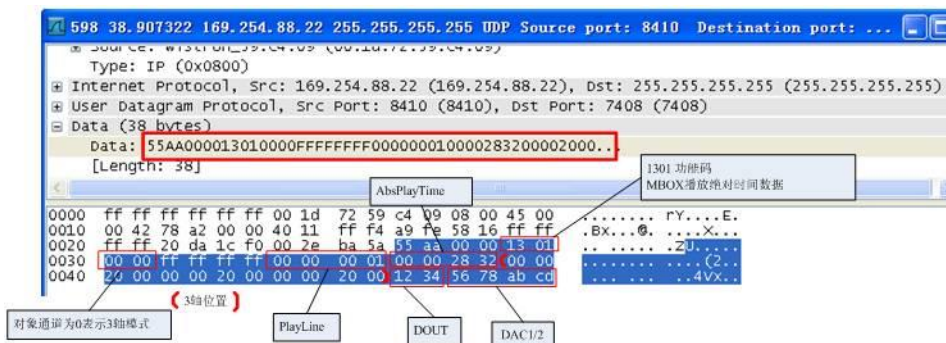


MBOX 返回状态寄存器的操作码：

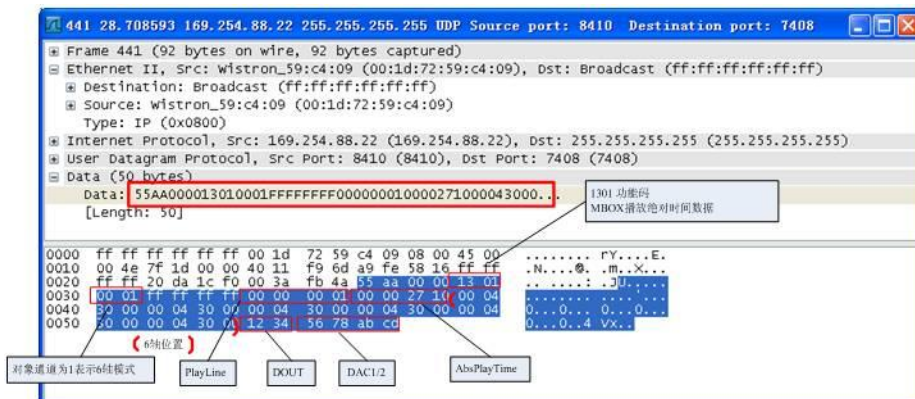


以太网总线通讯协议

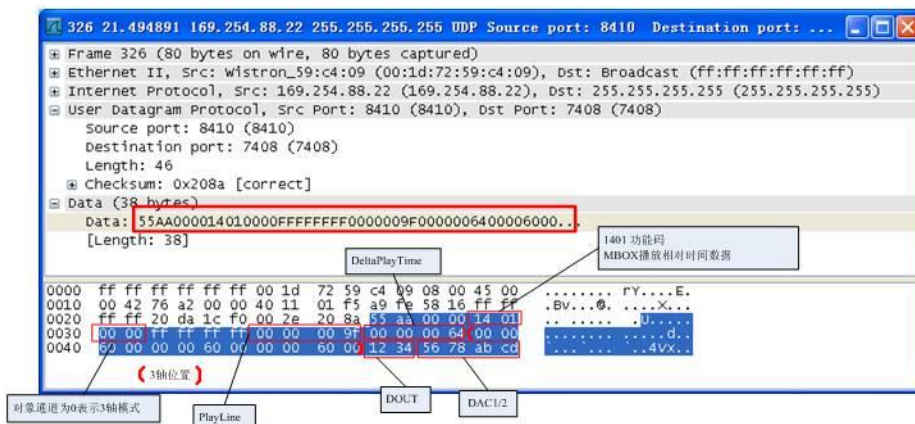
4.5.6. 动感平台播放绝对时间数据操作（3 轴）



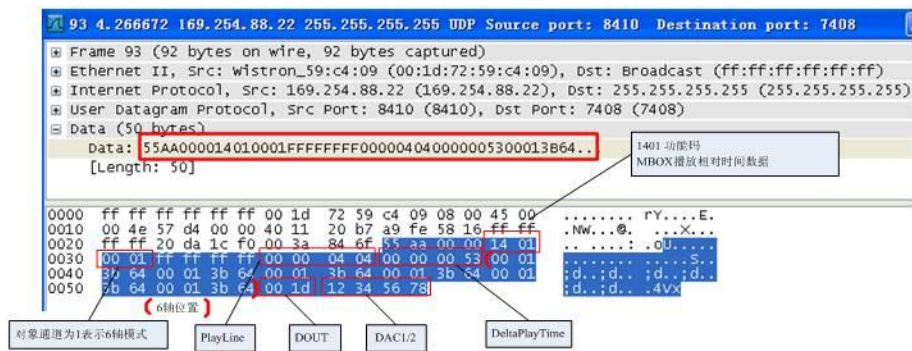
4.5.7. 动感平台播放绝对时间数据操作（6 轴）



4.5.8. 动感平台播放相对时间数据操作（3 轴）



4.5.9. 动感平台播放相对时间数据操作（6 轴）



第五章 动感平台的运行设定

5.1 动感平台发生故障时的停机方式

MBOX 动感平台控制器当检测到故障发生时，可以有两种停机方式如下。

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|---|------|------|------|
| Fn 00A | MBOX 发现故障后停机的方法： 0: 伺服使能关闭停机；1: 伺服保持位置停机 | 0~1 | - | 1 |

方式 0 的停机方式可以使伺服驱动器完全关闭，当配置的 HS 伺服驱动器配置有动感制动器时并设置相关动态制动器使用参数后，平台机械部分可以被动态制动，否则，平台机械部分处于完全机械自由状态。

方式 1 的停机方式可以使还正常运行的伺服驱动轴相关的平台机械部分保持为发生故障时的状态。

5.2 动感平台的初始定位参数

动感平台初始上电时，首先需要进行初始定位。MBOX 进行初始定位的设定参数包括：

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|---|-----------|----------|---------|
| Fn 00B | 初始定位允许的误差带 | 100~10000 | Pulse | 500 |
| Fn 00C | 电机初始定位时速度 | 10~1000 | RPM | 100/300 |
| Fn 00D | 电机定位原点到超程点距离（单位：100 个脉冲）。当该数为-1 时，表示动感平台各轴独立设置电机定位原点到超差点距离。 | -1~10000 | 100Pulse | 500 |

5.3 动感平台的播放控制参数

5.3.1. MBOX 的数字输出同步设定

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|--|------|------|------|
| Fn 010 | DOUT 与 PlayData 同步更新运行标记：为 1 则从 PlayData 中更新 DOUT 数据，否则，则忽略 PlayData 中数据，仅从 CX 中更新 | 0~1 | - | 1 |

当 MBOX 的数字输出用于动感平台本体环境特效时，Fn 010 设置为 1，以便与动感平台播放数据同步。

MBOX 的数字输出也可以独立用于整体环境特效，此时，Fn 010 设置为 0，可以与动感平台播放数据脱钩，上位机用写入 MBOX 寄存器 CX 的操作方式可独立控制 12 路环境特效数字输出。

动感平台的运行设定

5.3.2. MBOX 的模拟输出同步设定

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|---|------|------|------|
| Fn 011 | DAC 与 PlayData 同步更新运行标记：为 1 则从 PlayData 中更新 DOUT 数据，否则，则忽略 PlayData 中数据，仅从 CX 中更新 | 0~1 | - | 1 |

当 MBOX 的模拟输出用于动感平台本体环境特效时，Fn 010 设置为 1，以便与动感平台播放数据同步。

MBOX 的模拟输出也可以独立用于整体环境特效，此时，Fn 010 设置为 0，可以与动感平台播放数据脱钩，上位机用写入 MBOX 寄存器 CX 的操作方式可独立控制 2 路环境特效模拟量。

5.3.3. MBOX 的位置运行同步设定

MBOX 的时钟和上位计算机的时钟存在微小的差异，为保证以太网播放数据进入 MBOX 后及时执行，保证位置控制与播放的同步性，可以通过修改 Fn 012 来加速实现动作的完成，避免以太网数据的缓冲区堆积过多的数据，导致动感平台的执行滞后。

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|--|----------|------|------|
| Fn 012 | MBOX 播放动作控制 播放速度（实现加速减速）小于 1000：自动调节播放速度模式；大于等于 1000：使用 FX 设置参数。 | -1~10000 | - | 1200 |

当该参数为 1000 时，表示按额定速度进行。该值越大，播放的执行速度越快，有可能导致动感平台运行的阶梯感。该值越小，播放的速度越慢，有可能导致动感平台的执行滞后。默认值 1200 一般可以同时满足平台播放动作的同步性和流畅性。

当 Fn 012 小于 1000 时，表示按希望的滞后时间自动调节播放速度模式，由 MBOX 自动进行处理。相关参数如下：

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|-----------------------------------|---------|------|------|
| Fn 01D | MBOX 播放动作控制 播放速度自动调节延迟容忍时间（单位：ms） | 1~30000 | ms | 100 |
| Fn 01E | MBOX 播放速度控制 K 参数 | 1~1000 | 0.01 | 50 |
| Fn 01F | MBOX 播放速度控制 T 参数 | 0~10000 | ms | 50 |

5.3.4. MBOX 的点动模式执行时间设定

当 MBOX 接收到零相对移动时间；或新的绝对时间播放数据时 PlayTime 的时间点没有变化，则认为是点到模式，表示直接用内部参数 Fn 013 指定的时间对位置进行改变。

动感平台的运行设定

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|-------------------------------------|----------|------|------|
| Fn 013 | 当指令时间点不变，直接改变电机位置的移动时间（用于点动模式）单位：ms | 10~30000 | ms | 100 |

MBOX 的点动模式，可以方便地进行动感平台的位置姿态调试。

5.3.5. MBOX 的后退模式执行时间设定

当 MBOX 接收到负的相对移动时间；或新的绝对时间播放数据时，如果 PlayTime 的时间点比先前的时间点小，则认为是后退模式，表示直接用内部参数 Fn 014 指定的时间对位置进行改变。

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|--|-------|------|------|
| Fn 014 | 当指令时间点反向时(负的增量时间)，直接改变电机位置的移动时间(快退时间)单位：0.1s | 1~300 | 0.1s | 10 |

MBOX 的后退模式，可以方便地进行动感平台的回头重新播放控制。

5.3.6. MBOX 的快进模式判定及执行时间设定

当 MBOX 接收到新的播放数据时，如果 PlayDeltaTime 的时间值大于设定的参数值 Fn 015，则判定是快进模式。

当 Fn 015 的值为 0 时，取消快进模式的判断。

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|---------------------------------------|-------|------|------|
| Fn 015 | 当指令时间点快速向前时，判断快进指令的门限值(快进判断门限)单位：0.1s | 0~300 | 0.1s | 30 |

快进模式下直接用内部参数 Fn 016 指定的时间对位置进行改变。

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|---------------------------------|-------|------|------|
| Fn 016 | 快进模式下直接改变电机位置的移动时间(快进时间)单位：0.1s | 1~300 | 0.1s | 10 |

MBOX 的快进模式，可以方便地进行动感平台的快速前进跳越。

5.3.7. MBOX 的急停模式执行时间设定

当 MBOX 检测到急停输入开关（传感器）信号或 MBOX 被通过通讯方式强迫设置为急停有效时，用参数 Fn017 设定急停的执行时间。

动感平台的运行设定

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|-----------------------|-------|------|------|
| Fn 017 | 当紧急停止有效时的执行时间。单位：0.1s | 1~300 | 0.1s | 10 |
| Fn 018 | 当紧急停止取消时的执行时间。单位：0.1s | 1~300 | 0.1s | 10 |

MBOX 的急停模式，可以方便地对动感平台进行停止保持或自动归零。

5.3.8. 以太网播放位置数据的处理方式

MBOX 在内部会将以太网的播放位置指令首先放置在 FIFO 缓冲中。当希望 MBOX 总是执行最新的播放位置指令时，将 Fn 01C 设置为 0。当希望将所有通过以太网进入 MBOX 的播放位置指令都执行时，将 Fn 01C 设置为 1。

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|--|------|------|------|
| Fn 01C | UDP FIFO 位置指令数据 FIFO 使用允许标志。0：不使用 FIFO,使用最新的位置数据，保证最新指令的执行 1：按 FIFO 次序执行位置指令，保证所有指令的执行； | 0~1 | - | 1 |

5.4 MBOX 的 IP 地址及 UDP 端口号

MBOX 的 IP 地址及发送和接收 UDP 信息的端口设定如下：

5.4.1. MBOX 的 IP 地址设定

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|----------------|-------|------|------|
| Fn 020 | MBOX_IP 地址设置 A | 0~255 | - | 192 |
| Fn 021 | MBOX_IP 地址设置 B | 0~255 | - | 168 |
| Fn 022 | MBOX_IP 地址设置 C | 0~255 | - | 15 |
| Fn 023 | MBOX_IP 地址设置 D | 0~255 | - | 201 |

5.4.2. MBOX 的 UDP 端口设定

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|--------------------|---------|------|------|
| Fn 024 | MBOX 发送 UDP 信息的端口号 | 0~32767 | - | 7408 |
| Fn 025 | MBOX 接收 UDP 信息的端口号 | 0~32767 | - | 7408 |

动感平台的运行设定

5.5 主机 IP 地址及 UDP 端口号

5.5.1. 上位主机的 IP 地址设定

MBOX 可主动报告给上位主机当前运行信息，报告目标上位主机的 IP 地址设定如下：

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|-------------------------|-------|------|------|
| Fn 030 | MBOX 报告信息目标主机 IP 地址设置 A | 0~255 | - | 192 |
| Fn 031 | MBOX 报告信息目标主机 IP 地址设置 B | 0~255 | - | 168 |
| Fn 032 | MBOX 报告信息目标主机 IP 地址设置 C | 0~255 | - | 15 |
| Fn 033 | MBOX 报告信息目标主机 IP 地址设置 D | 0~255 | - | 101 |

5.5.2. 上位主机的 UDP 端口设定

上位主机发送和接收 UDP 信息的端口设定如下：

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|-----------------------------|---------|------|------|
| Fn 034 | 主机发送/MBOX 接收的主机 UDP 服务发送端口号 | 0~32767 | - | 8410 |
| Fn 035 | MBOX 发送/主机接收的主机 UDP 服务接收端口号 | 0~32767 | - | 8410 |

5.6 MBOX 主动报告信息设定

MBOX 可主动报告给上位主机当前运行信息，具体报告的信息可以设定如下：

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|--|--------------|------|------|
| Fn 040 | MBOX 报告模式。0：禁止报告；1：定时主动报告；2：发生故障时，定时报告； | 0~2 | - | 0 |
| Fn 041 | MBOX 报告间隔时间。正数：单位扩大 1000，慢速报告；负数：单位为 1，快速报告。 | -30000~30000 | - | 3 |
| Fn 042 | MBOX 报告 DX 起始地址 | 0~255 | - | 0 |
| Fn 043 | MBOX 报告 DX 长度 | 0~32 | - | 32 |

5.7 MBOX 的以太网端口指示灯设定

MBOX 支持标准的 10/100M 以太网。以太网端口有 2 个指示灯，指示灯可用于监控以太网的运行状态。一般用默认缺省值即可。

动感平台的运行设定

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|-----------------|------|------|------|
| Fn 051 | 以太网指示灯 A 工作模式配置 | 0~15 | - | 2 |
| Fn 052 | 以太网指示灯 B 工作模式配置 | 0~15 | - | 6 |

在用于特殊测试时，其具体设定说明如下：指示灯的状态可根据需要进行设置。设置值的含义如下：

| | |
|----|--|
| 0 | 0000 = Off (pin is driven low) |
| 1 | 0001 = On (pin is driven high) |
| 2 | 0010 = Display link state; pin is driven high when linked |
| 3 | 0011 = Display collision events; pin is temporarily driven high when a collision occurs |
| 4 | 0100 = Display transmit events; pin is driven high while a packet is being transmitted |
| 5 | 0101 = Display receive events; pin is driven high while a packet is being received |
| 6 | 0110 = Display transmit and receive events; pin is driven high while a packet is either being received or transmitted |
| 7 | 0111 = Display duplex state; pin is driven high when the PHY is in full duplex (PHYDPX (ESTAT<10>) is '1') and a link is present |
| 8 | 1000 = Display speed state; pin is driven high when in 100 Mbps mode and a link is present |
| 9 | 1001 = Display link state, transmit events; pin is driven high when a link is present and driven low while a packet is being transmitted |
| 10 | 1010 = Display link state, receive events; pin is driven high when a link is present and driven low while a packet is being received |
| 11 | 1011 = Display link state, transmit and receive events; pin is driven high when a link is present and driven low while a packet is being received or transmitted |
| 12 | 1100 = Display link state, collision events; pin is driven high when a link is present and driven low temporarily when a collision occurs |
| 13 | 1101 = Reserved |
| 14 | 1110 = Display link and duplex state, transmit and receive events(1) |
| 15 | 1111 = Display link and speed state, transmit and receive events(1) |

5.8 MBOX 以太网无播放数据超时检测

MBOX 在运行时，当检测到新 UDP 播放指令数据时，键盘显示部分将显示 UDP 播放指令的绝对时间值或运行帧数值。当无新 UDP 播放数据时，键盘显示部分将显示 READY，表示等待新的 UDP 播放数据指令。

参数 Fn053 可以设定检测新播放指令出现的时间窗大小。

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|-----------------|----------|------|------|
| Fn 053 | 以太网无新播放数据超时检测参数 | 50~10000 | 4ms | 100 |

5.9 MBOX 的 CAN 总线通讯设定

MBOX 通过 CAN 总线与 HS 伺服驱动器进行通讯监控。在使用时要确保与 HS 伺服驱动器保持同一波特率。

动感平台的运行设定

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|---------------------------------|--------|------|------|
| Fn 061 | MBOX 与伺服通讯的 CAN 总线波特率(单位: kbps) | 1~1000 | kbps | 500 |

5.10 MBOX 的本地 MODBUS 通讯设定

MBOX 支持基于 MODBUS 通讯的 RS232（缺省硬件）或 RS422/USB 方式的串行通讯（COM）。通讯设置的参数如下：

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|---------------|-------|--------|------|
| Fn 069 | MODBUS 通讯波特率 | 1~192 | 100bps | 96 |
| Fn 06A | MODBUS 通讯节点地址 | 1~255 | - | 1 |

使用 MODBUS 通讯，可以方便地进行 MBOX 的参数批量设定以及运行状态监控。

5.11 MBOX 的历史故障记录

MBOX 的历史故障记录用于观测最新的 8 次故障情况，用户无法修改该记录值。

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|-------------|------|------|------|
| Fn 070 | 最新 1 号报警故障码 | - | - | 0 |
| Fn 071 | 最新 2 号报警故障码 | - | - | 0 |
| Fn 072 | 最新 3 号报警故障码 | - | - | 0 |
| Fn 073 | 最新 4 号报警故障码 | - | - | 0 |
| Fn 074 | 最新 5 号报警故障码 | - | - | 0 |
| Fn 075 | 最新 6 号报警故障码 | - | - | 0 |
| Fn 076 | 最新 7 号报警故障码 | - | - | 0 |
| Fn 077 | 最新 8 号报警故障码 | - | - | 0 |

【备注】报警故障码为 0 表示无故障。具体的故障码含义及故障诊断请见章节“动感平台的故障诊断”。

5.12 MBOX 模拟输出信号的设定

MBOX 的 2 路模拟量输出，由上位机通过以太网的 UDP 通讯进行更新，最新的数据存储在 DX_ID_UdpDataEtherDAC1/2 中。当用播放数据同步更新时，数字输出缓冲区处理的当前数据为 DX_ID_UdpDataFifoDAC1/2。

| Dn ID 名称 | Dn ID 编号 |
|------------------------|----------|
| DX_ID_UdpDataEtherDAC1 | 96 |
| DX_ID_UdpDataEtherDAC2 | 97 |
| DX_ID_UdpDataFifoDAC1 | 98 |
| DX_ID_UdpDataFifoDAC2 | 99 |

MBOX 含有 2 路隔离的模拟输出，可以用于内部状态 DX 的观测。用户可以通过配置参数设置两路 DAC 通道的信号源以及幅值。两路 DAC 最大输出范围是 0 ~ +10V。

动感平台的运行设定

模拟输出提供了可参数化选择的输出模式及通道选择等，便于用户调试及使用。

5.13 模拟输出信号的量程设定

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|-----------------------------------|---------|------|-------|
| Fn 078 | 正常模式下 Dac1 最大值设置/手动测试模式下的 DAC 指令值 | 1~32767 | - | 10000 |
| Fn 079 | 正常模式下 Dac2 最大值设置/手动测试模式下的 DAC 指令值 | 1~32767 | - | 10000 |

5.14 模拟输出信号的通道设定

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|--|--------|------|------|
| Fn 07A | DAC1 信号源选择。-1：锯齿波测试模式；0-255：DX 状态；256：手动输出模式 | -1~256 | - | 96 |
| Fn 07B | DAC2 信号源选择。-1：锯齿波测试模式；0-255：DX 状态；256：手动输出模式 | -1~256 | - | 97 |

【备注】Fn 07A/ Fn 07B=-1 时，DAC 通道输出锯齿波，用于 DAC 输出通道的自检测。

5.15 模拟输出信号的零点设定

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|---------|------------|------|------|
| Fn 07C | DAC1 零点 | -1000~1000 | - | 0 |
| Fn 07D | DAC2 零点 | -1000~1000 | - | 0 |

5.16 模拟输出信号的位与设定

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|--------------------------------------|--------------|------|--------|
| Fn 07E | DAC1 位与参数；开发测试用。上电后自动改为缺省值。用于状态值的位观测 | -32768~32767 | - | 0xffff |
| Fn 07F | DAC2 位与参数；开发测试用。上电后自动改为缺省值。用于状态值的位观测 | -32768~32767 | - | 0xffff |

5.17 MBOX 数字输出信号的设定

MBOX 含有 12 路隔离的数字输出，驱动能力最大 50mA/30V。数字输出提供了可参数化选择的输出模式及通道选择等，便于用户调试及使用。

5.17.1 数字输出控制模式的选择

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|--|------|------|------|
| Fn 080 | 数字输出模式。-1：工作模式；0：全输出逻辑 0 测试模式；1：全输出逻辑 1 测试模式；2：翻转输出逻辑测试模式； | -1~2 | - | -1 |

动感平台的运行设定

【备注】MBOX 上电后数字输出模式会自动设置成工作模式。当设置为 0、1 和 2 时，一般仅用于上电后临时调试目的。

5.17.2 数字输出控制通道的选择

MBOX 的 12 路数字输出，由上位机通过以太网的 UDP 通讯进行更新，最新的数据存储在 UdpDout 中。当用播放数据同步更新时，数字输出缓冲区处理的当前数据为 UdpFifoDout。

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|--|-------|------|------|
| Fn 08x | DOx 数字输出选择。1: 强迫输出；0: 强迫关闭；-1~-16: UdpDout 对应位信号；-17~-32: UdpFifoDout 对应位信号； | -32~1 | - | -1 |

【备注】x=1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C 分别表示 DO1,DO2,...,DO12。

5.17.3 数字输出控制逻辑的选择

当 MBOX 外接的数字输出需要负逻辑时，可以用 Fn 08D 来直接设置，不必从上位机更改数字输出的逻辑值。

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|----------------------------------|--------|------|------|
| Fn 08D | 输出异或取反控制位。用各位上的 0, 1 来设置。1 表示取反。 | 0~4095 | - | 0 |

位设定与 DO 通道的关系如下表：

| | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| B11 | B10 | B9 | B8 | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
| DO12 | DO11 | DO10 | DO9 | DO8 | DO7 | DO6 | DO5 | DO4 | DO3 | DO2 | DO1 |

举例：当希望 DO1 和 DO4 的输出为负逻辑时，则 Fn 08D 的设定值为 9

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Bit | B11 | B10 | B9 | B8 | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
| DO | DO12 | DO11 | DO10 | DO9 | DO8 | DO7 | DO6 | DO5 | DO4 | DO3 | DO2 | DO1 |
| 二进制 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 十进制 | 9 | | | | | | | | | | | |

5.17.4 数字输出初始值及安全值的选择

MBOX 的数字输出值，当系统上电后，与上位机还没有建立数据通讯时，希望输出特定的初始值时，可用参数 Fn 08E 来设定。

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|---------------------------|--------------|------|------|
| Fn 08E | 数字输出初始值（用于初始上电情况下的数字安全输出） | -32768~32767 | - | 0 |

MBOX 的数字输出值，当系统发生故障时，希望输出特定的安全值时，可用参数 Fn 08F 来设定。

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|----------------------------|--------------|------|------|
| Fn 08F | 数字输出安全值（用于发生故障等情况下的数字安全输出） | -32768~32767 | - | 0 |

5.18 MBOX 数字输入信号的设定及处理

MBOX 含有 8 路隔离的数字输入，当输入光耦导通时，数字输入的原始值的对应为 1，否则为 0。数字输入的原始值可用 Dn_05E 来观测。

| DIN | DIN8 | DIN7 | DIN6 | DIN5 | DIN4 | DIN3 | DIN2 | DIN1 |
|--------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Bit | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
| Dn_05E | 当输入光耦导通时，数字输入的原始值的对应为 1，否则为 0 | | | | | | | |

5.19 数字输入信号逻辑取反设定

当希望输入信号是负逻辑时，可以通过参数 Fn_09D 实现取反处理，得到数字输入的逻辑值。

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|------------------------------------|-------|------|------|
| Fn_09D | 输入异或取反控制位 输入。用各位上的 0,1 来设置。1 表示取反。 | 0~255 | - | 0 |

数字输入的原始值可用 Dn_05E 来观测，数字输入的逻辑值可用 Dn_05F 来观测。

$Dn_05F = Dn_05E \text{ xor } Fn_09D$

当 Fn_09D=0 时， $Dn_05F = Dn_05E$

5.20 数字输入信号急停信号的设定及处理

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|--|------|------|------|
| Fn_090 | 急停输入控制。0：强迫关闭；1：强迫使能；-1~-8：由 8 路数字输入来决定使能； | -8~1 | - | 0 |

【备注】MBOX 在上电初始定位过程中，如果 Fn_090 为 1，则会自动清除为 0。

Fn_090=0，表示强迫急停信号无效，Fn_090=1，表示强迫急停信号有效。

Fn_090= -n (n=1 ~ 8)表示有数字输入端口来判断急停信号。

当 MBOX 检测到急停（QuickStop）信号有效时，将使动感平台快速停车，停车的方法由参数 Fn_091 来选择，如下：

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|--|------|------|------|
| Fn_091 | 快速停车的方法。0：回归初始定位原点；1：保持当前位置；2：保持 X, Y, Z 当前平均位置；-n：水平保持 n 号轴位置(N=1,2,3) | -3~2 | — | 1 |

当 MBOX 检测到急停输入开关（传感器）信号或 MBOX 被通过通讯方式强迫设置为急停有效时，用参数 Fn017 设定急停的执行时间，用参数 Fn018 设定急停取消的执行时间。

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|-----------------------|-------|------|------|
| Fn_017 | 当紧急停止有效时的执行时间。单位：0.1s | 1~300 | 0.1s | 10 |
| Fn_018 | 当紧急停止取消时的执行时间。单位：0.1s | 1~300 | 0.1s | 10 |

MBOX 的急停模式，可以方便地对将动感平台进行停止保持或自动归零。

动感平台的运行设定

5.21 MBOX 扩展数字输出信号的设定

MBOX-V2 支持额外扩展的 12 路隔离的数字输出，驱动能力最大 50mA/30V。数字输出提供了可参数化选择的输出模式及通道选择等，便于用户调试及使用。

5.21.1 扩展数字输出控制模式的选择

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|--|------|------|------|
| Fn 0A0 | 数字输出模式。-1：工作模式；0：全输出逻辑 0 测试模式；1：全输出逻辑 1 测试模式；2：翻转输出逻辑测试模式； | -1~2 | - | -1 |

【备注】MBOX 上电后数字扩展输出模式会自动设置成工作模式。当设置为 0、1 和 2 时，一般仅用于上电后临时调试目的。

5.21.2 数字输出控制通道的选择

MBOX 的 12 路扩展数字输出，由上位机通过以太网的 UDP 通讯进行更新，最新的数据存储在 UdpExtDout 中。当用播放数据同步更新时，数字输出缓冲区处理的当前数据为 UdpExtFifoDout。

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|---|-------|------|------|
| Fn 0Ax | ExtDOx 扩展数字输出选择。1：强迫输出；0：强迫关闭；-1~-16：UdpExtDout 对应位信号；-17~-32：UdpExtFifoDout 对应位信号； | -32~1 | - | -1 |

【备注】x=1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C 分别表示 ExtDO1, ExtDO2, ..., ExtDO12

5.21.3 扩展数字输出控制逻辑的选择

当 MBOX 外接的扩展数字输出需要负逻辑时，可以用 Fn 0AD 来直接设置，不必从上位机更改扩展数字输出的逻辑值。

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|---------------------------------|--------|------|------|
| Fn 0AD | 输出异或取反控制位。用各位上的 0,1 来设置。1 表示取反。 | 0~4095 | - | 0 |

位设定与 ExtDO 通道的关系如下表：

| | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| B11 | B10 | B9 | B8 | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
| DO12 | DO11 | DO10 | DO9 | DO8 | DO7 | DO6 | DO5 | DO4 | DO3 | DO2 | DO1 |

举例：当希望 ExtDO1 和 ExtDO4 的输出为负逻辑时，则 Fn 0AD 的设定值为 9。

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Bit | B11 | B10 | B9 | B8 | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
| DO | DO12 | DO11 | DO10 | DO9 | DO8 | DO7 | DO6 | DO5 | DO4 | DO3 | DO2 | DO1 |
| 二进制 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 十进制 | 9 | | | | | | | | | | | |

5.21.4 扩展数字输出初始值及安全值的选择

MBOX 的扩展数字输出值，当系统上电后，与上位机还没有建立数据通讯时，希望输出特定的初始值时，可用参数 Fn 0AE 来设定。

动感平台的运行设定

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|-----------------------------|--------------|------|------|
| Fn 0AE | 扩展数字输出初始值（用于初始上电情况下的数字安全输出） | -32768~32767 | - | 0 |

MBOX 的扩展数字输出值，当系统发生故障时，希望输出特定的安全值时，可用参数 Fn 0AF 来设定。

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|------------------------------|--------------|------|------|
| Fn 0AF | 扩展数字输出安全值（用于发生故障等情况下的数字安全输出） | -32768~32767 | - | 0 |

5.22 电动缸本体及与伺服电机的运动关系

5.22.1 电动缸本体参数及行程限制

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|---|---------|-------|------|
| Fn 0C0 | 电动缸有效行程（单位：0.1mm）。当该参数为 0 时，表示不对电动缸进行最大行程限制或保护。 | 0~30000 | 0.1mm | 0 |

5.22.2 电动缸与伺服电机的运动关系

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|---|---------|-------|------|
| Fn 0C1 | 电动缸每移动 1mm 的脉冲数。该参数与 Fn_0C0 参数结合来计算 MBOX 可允许的最大位置值。 | 1~30000 | Pulse | 2000 |
| Fn 0C2 | 电动缸每旋转 1 圈的行程（单位：0.1mm）（用于计算初始定位需要的时间） | 1~1000 | 0.1mm | 50 |

5.22.3 电动缸初始定位转矩限制

电动缸在无限位传感器，采用堵转法检测零点时，由参数 Fn 0C7 设定电机堵转的转矩值。

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|----------------|-------|------|------|
| Fn 0C7 | 电动缸初始定位转矩限制百分比 | 1~300 | - | 50 |

5.23 动感平台的累计运行时间限制

平台累计运行时间参数由 MBOX 系统内部设定，一般情况下用户无法修改。主要用于记录及时间限制。

5.23.1 动感平台的累计运行时间

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|--------------|---------|------|------|
| Fn 0C8 | 平台累计运行时间：天数 | 0~30000 | 天 | 0 |
| Fn 0C9 | 平台累计运行时间：小时数 | 0~24 | 小时 | 0 |
| Fn 0CA | 平台累计运行时间：分钟数 | 0~60 | 分钟 | 0 |
| Fn 0CB | 平台累计运行时间：秒数 | 0~60 | 秒 | 0 |

动感平台的运行设定

5.23.2 动感平台的累计运行时间限制

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|--|---------|------|------|
| Fn 0CF | 连续运行上限时间天数 0：无限制 n:n 天上限；时间到将发生 E_tout 报警并停机。 | 0~30000 | 天 | 0 |

5.24 MBOX 模拟量输入信号的设定

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|------------------------|----------|------------|------|
| Fn 0FF | 模拟量位置值低滤波处理时间间隔（单位：ms） | 0~10000 | ms | 30 |
| Fn 100 | 模拟量位置值的采样时间间隔（单位：ms） | 10~10000 | ms | 20 |
| Fn 101 | 模拟输入位置 1 通道 ADC 零漂 | 0~256 | - | 0 |
| Fn 102 | 模拟输入位置 2 通道 ADC 零漂 | 0~256 | - | 0 |
| Fn 103 | 模拟输入位置 3 通道 ADC 零漂 | 0~256 | - | 0 |
| Fn 104 | 模拟输入位置 4 通道 ADC 零漂 | 0~256 | - | 0 |
| Fn 105 | 模拟输入位置 5 通道 ADC 零漂 | 0~256 | - | 0 |
| Fn 106 | 模拟输入位置 6 通道 ADC 零漂 | 0~256 | - | 0 |
| Fn 107 | 模拟输入 1 通道对应电机百脉冲数 | 1~30000 | 100Pulse/v | 200 |
| Fn 108 | 模拟输入 2 通道对应电机百脉冲数 | 1~30000 | 100Pulse/v | 200 |
| Fn 109 | 模拟输入 3 通道对应电机百脉冲数 | 1~30000 | 100Pulse/v | 200 |
| Fn 10A | 模拟输入 4 通道对应电机百脉冲数 | 1~30000 | 100Pulse/v | 200 |
| Fn 10B | 模拟输入 5 通道对应电机百脉冲数 | 1~30000 | 100Pulse/v | 200 |
| Fn 10C | 模拟输入 6 通道对应电机百脉冲数 | 1~30000 | 100Pulse/v | 200 |

5.25 MBOX 动感平台系统软件版本号

MOX 动感平台系统的软件版本号在参数 Fn_1FF 中体现。

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|---------|---------|------|------|------|
| Fn 01FF | 系统软件版本号 | - | - | - |

第六章 动感平台的运行监控及诊断

6.1 动感平台的运行状态列表

6.1.1 HS 伺服驱动器运行状态

X、Y、Z 三个伺服驱动器的运行状态如下：

| 编号 DEC | Dn | 编号 HEX | 定义说明 |
|--------|----|--------|------------------------|
| 0 | Dn | 0 | x 轴伺服速度 |
| 1 | Dn | 1 | y 轴伺服速度 |
| 2 | Dn | 2 | z 轴伺服速度 |
| 3 | Dn | 3 | x 轴伺服负载率 |
| 4 | Dn | 4 | y 轴伺服负载率 |
| 5 | Dn | 5 | z 轴伺服负载率 |
| 6 | Dn | 6 | x 轴电机绝对位置（单位：编码器 脉冲） |
| 7 | Dn | 7 | |
| 8 | Dn | 8 | y 轴电机绝对位置（单位：编码器 脉冲） |
| 9 | Dn | 9 | |
| 10 | Dn | A | z 轴电机绝对位置（单位：编码器 脉冲） |
| 11 | Dn | B | |
| 12 | Dn | C | x 轴电机绝对位置指令（单位：编码器 脉冲） |
| 13 | Dn | D | |
| 14 | Dn | E | y 轴电机绝对位置指令（单位：编码器 脉冲） |
| 15 | Dn | F | |
| 16 | Dn | 10 | z 轴电机绝对位置指令（单位：编码器 脉冲） |
| 17 | Dn | 11 | |
| 18 | Dn | 12 | x 轴伺服通用状态字 |
| 19 | Dn | 13 | y 轴伺服通用状态字 |
| 20 | Dn | 14 | z 轴伺服通用状态字 |
| 21 | Dn | 15 | x 轴伺服应用状态字 |
| 22 | Dn | 16 | y 轴伺服应用状态字 |
| 23 | Dn | 17 | z 轴伺服应用状态字 |
| 24 | Dn | 18 | x 轴伺服故障码 |
| 25 | Dn | 19 | y 轴伺服故障码 |
| 26 | Dn | 1A | z 轴伺服故障码 |

动感平台的运行监控及诊断

U、V、W 三个伺服驱动器的运行状态如下：

| 编号 DEC | Dn | 编号 HEX | 定义说明 |
|--------|----|--------|------------------------|
| 27 | Dn | 1B | U 轴伺服速度 |
| 28 | Dn | 1C | V 轴伺服速度 |
| 29 | Dn | 1D | W 轴伺服速度 |
| 30 | Dn | 1E | U 轴伺服负载率 |
| 31 | Dn | 1F | V 轴伺服负载率 |
| 32 | Dn | 20 | W 轴伺服负载率 |
| 33 | Dn | 21 | U 轴电机绝对位置（单位：编码器 脉冲） |
| 34 | Dn | 22 | |
| 35 | Dn | 23 | |
| 36 | Dn | 24 | V 轴电机绝对位置（单位：编码器 脉冲） |
| 37 | Dn | 25 | |
| 38 | Dn | 26 | W 轴电机绝对位置（单位：编码器 脉冲） |
| 39 | Dn | 27 | |
| 40 | Dn | 28 | U 轴电机绝对位置指令（单位：编码器 脉冲） |
| 41 | Dn | 29 | |
| 42 | Dn | 2A | V 轴电机绝对位置指令（单位：编码器 脉冲） |
| 43 | Dn | 2B | |
| 44 | Dn | 2C | W 轴电机绝对位置指令（单位：编码器 脉冲） |
| 45 | Dn | 2D | |
| 46 | Dn | 2E | U 轴伺服通用状态字 |
| 47 | Dn | 2F | V 轴伺服通用状态字 |
| 48 | Dn | 30 | W 轴伺服通用状态字 |
| 49 | Dn | 31 | U 轴伺服应用状态字 |
| 50 | Dn | 32 | V 轴伺服应用状态字 |
| 51 | Dn | 33 | W 轴伺服应用状态字 |
| 52 | Dn | 34 | U 轴伺服故障码 |
| 53 | Dn | 35 | V 轴伺服故障码 |
| | | | W 轴伺服故障码 |

动感平台的运行监控及诊断

6.1.2 MBOX 运行故障码状态

| 编号 DEC | Dn | 编号 HEX | 定义说明 |
|--------|----|--------|-------------|
| 56 | Dn | 38 | 当前扫描的系统故障代码 |
| 57 | Dn | 39 | 上拍扫描的系统故障代码 |
| 58 | Dn | 3A | MBOX 警告故障码 |
| 59 | Dn | 3B | MBOX 严重故障码 |

6.1.3 MBOX 运行控制字与状态字

| 编号 DEC | Dn | 编号 HEX | 定义说明 |
|--------|----|--------|----------------|
| 62 | Dn | 3E | MBOX 系统总体状态 ID |
| 63 | Dn | 3F | MBOX 初始定位过程 ID |
| 64 | Dn | 40 | MBOX 应用控制字 |
| 65 | Dn | 41 | MBOX 应用状态字 |
| 66 | Dn | 42 | MBOX 辅助状态字 |

6.1.4 MBOX 播放操作速度

| 编号 DEC | Dn | 编号 HEX | 定义说明 |
|--------|----|--------|--|
| 68 | Dn | 44 | UDP 缓冲区数据头尾之间的时间差 |
| 69 | Dn | 45 | (实际)播放速度调节因子(基值:1000)。当为0时,表示UDP数据还没有来过。 |

6.1.5 MBOX 的以太网数据状态

| 编号 DEC | Dn | 编号 HEX | 定义说明 |
|--------|----|--------|----------------------|
| 72 | Dn | 48 | UDP 缓冲区写入指针 |
| 73 | Dn | 49 | UDP 缓冲区读出指针 |
| 74 | Dn | 4A | UDP 缓冲区接收到新数据时数据深度观测 |
| 75 | Dn | 4B | UDP 缓冲区当前数据深度观测 |

6.1.6 MBOX 的以太网端口状态

| 编号 DEC | Dn | 编号 HEX | 定义说明 |
|--------|----|--------|---------------|
| 82 | Dn | 52 | MBOX 的以太网状态 |
| 83 | Dn | 53 | MBOX 的 MAC 地址 |
| 84 | Dn | 54 | |
| 85 | Dn | 55 | |

动感平台的运行监控及诊断

6.1.7 MBOX 的模拟量输入 ADC 转换结果状态

| 编号 DEC | Dn | 编号 HEX | 定义说明 |
|--------|----|--------|-------------|
| 86 | Dn | 56 | ADCIN1 转换结果 |
| 87 | Dn | 57 | ADCIN2 转换结果 |
| 88 | Dn | 58 | ADCIN3 转换结果 |
| 89 | Dn | 59 | ADCIN4 转换结果 |
| 90 | Dn | 5A | ADCIN5 转换结果 |
| 91 | Dn | 5B | ADCIN6 转换结果 |

6.1.8 MBOX 的数字输入状态

| 编号 DEC | Dn | 编号 HEX | 定义说明 |
|--------|----|--------|---------------------------|
| 94 | Dn | 5E | MBOX 数字输入物理值（光耦导通为 1） |
| 95 | Dn | 5F | MBOX 数字输入逻辑值（物理值 XOR 取反值） |

6.1.9 MBOX 的 DAC 数据状态

| 编号 DEC | Dn | 编号 HEX | 定义说明 |
|--------|----|--------|---|
| 96 | Dn | 60 | 最新的 DAC1 以太网数据 |
| 97 | Dn | 61 | 最新的 DAC2 以太网数据 |
| 98 | Dn | 62 | DAC 缓存区读头当前数据。只有当 MBOX 进入 OperationEnabled 时有效。 |
| 99 | Dn | 63 | DAC 缓存区读头当前数据。只有当 MBOX 进入 OperationEnabled 时有效。 |

6.1.10 MBOX 的数字输出数据状态

| 编号 DEC | Dn | 编号 HEX | 定义说明 |
|--------|----|--------|--|
| 100 | Dn | 64 | DOUT 最新的以太网数据更新 |
| 101 | Dn | 65 | DOUT 缓存区读头当前数据。只有当 MBOX 进入 OperationEnabled 时有效。 |
| 102 | Dn | 66 | MBOX 数字输出逻辑值 |
| 103 | Dn | 67 | MBOX 输出输出物理值 |

动感平台的运行监控及诊断

6.1.11 MBOX 的 UDP 输入位置指令监控

| 编号 DEC | Dn | 编号 HEX | 定义说明 |
|--------|----|--------|-------------|
| 106 | Dn | 6A | UDP X 轴位置指令 |
| 107 | Dn | 6B | |
| 108 | Dn | 6C | UDP Y 轴位置指令 |
| 109 | Dn | 6D | |
| 110 | Dn | 6E | UDP Z 轴位置指令 |
| 111 | Dn | 6F | |
| 112 | Dn | 70 | UDP U 轴位置指令 |
| 113 | Dn | 71 | |
| 114 | Dn | 72 | UDP V 轴位置指令 |
| 115 | Dn | 73 | |
| 116 | Dn | 74 | UDP W 轴位置指令 |
| 117 | Dn | 75 | |

6.1.12 动感平台的累计运行时间

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|--------------|---------|------|------|
| Fn 0C8 | 平台累计运行时间：天数 | 0~30000 | 天 | 0 |
| Fn 0C9 | 平台累计运行时间：小时数 | 0~24 | 小时 | 0 |
| Fn 0CA | 平台累计运行时间：分钟数 | 0~60 | 分钟 | 0 |
| Fn 0CB | 平台累计运行时间：秒数 | 0~60 | 秒 | 0 |

6.1.13 动感平台的累计负载率加权有效运行时间

对动感平台的每个伺服驱动器，MBOX 可以累计按负载率方式加权的有效运行时间，该有效运行时间可以用于伺服电机或电动缸的使用寿命评估等可靠性管理。

动感平台的运行监控及诊断

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 出厂设定 |
|--------|----------------------|------|------|------|
| Fn 0D0 | x 轴电机/电动缸负载率加权有效运行时间 | - | 秒 | 0 |
| Fn 0D1 | | | | 0 |
| Fn 0D2 | y 轴电机/电动缸负载率加权有效运行时间 | - | 秒 | 0 |
| Fn 0D3 | | | | 0 |
| Fn 0D4 | z 轴电机/电动缸负载率加权有效运行时间 | - | 秒 | 0 |
| Fn 0D5 | | | | 0 |
| Fn 0D6 | u 轴电机/电动缸负载率加权有效运行时间 | - | 秒 | 0 |
| Fn 0D7 | | | | 0 |
| Fn 0D8 | v 轴电机/电动缸负载率加权有效运行时间 | - | 秒 | 0 |
| Fn 0D9 | | | | 0 |
| Fn 0DA | w 轴电机/电动缸负载率加权有效运行时间 | - | 秒 | 0 |
| Fn 0DB | | | | 0 |

备注： 32 位累计时间变量：低 16 位在前，高 16 位在后。如：Fn 0D0 表示低 16 位，Fn 0D1 表示高 16 位。

6.2 基于键盘显示的本地运行监控

通过键盘的 Fn xxx 以及 Dn xxx 和 En xxx 可以对 MBOX 的运行状态进行参数设定集状态和故障监控。

6.3 基于 MODBUS 的本地运行监控

MBOX 的 RS232 端口，支持 MODBUS 方式的通讯，可以方便的进行动感平台的本地运行监控。用户可以自行编写上位机或触摸屏监控程序。

北京和利时电机技术公司提供基于触摸屏的本地监控方案，需要请联系。

6.4 基于以太网的远程运行监控

MBOX 的以太网通讯协议，支持所有的参数和状态访问，用户可以自行编写上位机远程监控程序。

为便于用户熟悉使用本系统，本公司提供一款免费用于动感平台的调试测试界面软件 MBOXPlay，需要请联系北京和利时电机公司。

动感平台的运行监控及诊断

6.5 动感平台的故障码及诊断

通过键盘，本地 MODBUS 监控或远程以太网监控程序，用户可以方便的对动感平台的运行故障进行监控及诊断。常见故障码及其具体说明如下。

| 错误代码 | LED 显示 | 故障说明 |
|------|--------|------------------|
| 1401 | E_dnRE | 电机驱动无响应错误报警。 |
| 1500 | E EnAb | 编码器 AB 信号报警 |
| 1510 | E EncU | 编码器 UVW 信号报警 |
| 1600 | E_FrAE | FRAM 数据写操作校验错误。 |
| 1700 | E GEAr | 电子齿轮参数异常 |
| 2200 | E LUdc | 欠压报警 |
| 2500 | E oc-A | A 相过流报警 |
| 2501 | E oc-b | B 相过流报警 |
| 2502 | E oc-C | C 相过流报警 |
| 2510 | E oLod | 过载报警 |
| 2520 | E oSPE | 超过最大速度限制 |
| 2530 | E oUdc | 过压报警 |
| 2600 | E PArA | FRAM 参数溢出错误。 |
| 2610 | E PEOU | 位置偏差计数器溢出 |
| 2620 | E PHAS | 缺相报警 |
| 2630 | E PHot | 功率器件温度过高 |
| 2631 | E PoEr | 功率器件故障报警 |
| 2640 | E PorF | 功率电掉电故障 |
| 2645 | E PosE | 位置超差报警 |
| 2650 | E PoUt | FRAM 读写超时 |
| 2660 | E PS1E | 1 相电流 ADC 零点异常报警 |
| 2661 | E PS2E | 2 相电流 ADC 零点异常报警 |
| 2900 | E SPEE | 失速报警 |
| 3000 | E Tcon | 温度传感器断线报警 |
| 3100 | E Ubrt | 电机振动报警 |
| 3110 | E USPn | 不支持该电机型号代码 |
| 3600 | E 2LoS | 编码器 Z 脉冲丢失错误报警 |
| 3601 | E 2EtE | 编码器 Z 脉冲过多错误报警 |
| NONE | ConErr | 键盘显示信息异常报警 |

附录：HS 伺服参数的定制匹配

A.1. HS 伺服驱动器的参数调整概述

HS 伺服驱动器的标准出厂默认参数是适合绝大多数情况下、使用传统的脉冲加方向方式进行控制下的驱动器系统参数。HS 伺服驱动器的默认参数可以通过将 Fn_007 设置为 1，重新上电即可恢复默认参数。

当 HS 伺服驱动器配合 MBOX 用于动感平台网络化伺服控制应用情况下，HS 伺服驱动器需要由标准参数调整为定制化控制参数。参数调整的方法可以参考《HS 系列全数字交流伺服驱动器 使用说明书》。

HS 伺服驱动器的内核参数调整，首先需要将 Fn_008 的系统密码设置为技术支持密码或开发支持密码。

A.2. HS 伺服驱动器的参数调整（必选项）

HS 伺服标准驱动器用于动感平台系统时，必须进行调整的的参数包括：

A.2.1. 控制模式参数

需要将 Fn_000 设置为 3，使用 CAN 总线通讯模式实现 HS 伺服与 MBOX 的通讯控制。

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 定制匹配 |
|--------|--|------|------|------|
| Fn 000 | 应用工作模式： 0: KeyboardMode: 内部调试测试模式； 1: ControlPanelMode:通常的控制端口硬线连接工作模式； 2: ModbusControlMode； 3: CanRegVisitMode | 0~3 | - | 3 |

A.2.2. 超程参数

MBOX 从 31012 版本后，动感平台支持完全无限位传感器初始定位和运行，一般情况下超程检测功能可以设置为 0，表示不进行超程（正转禁止/反转禁止）。

但是当用户选择动感平台的电动缸外接限位传感器时，需要打开超程参数。

首先需要确保超程检测功能处于检测状态，确认配置 Fn_02F 为 1。如下：

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 定制匹配 |
|--------|--|------|------|------|
| Fn 02F | 正反转限位检测功能：0：不进行超程（正转禁止/反转禁止）检测； 1：进行超程检测 | 0~1 | - | 1 |

HS 伺服参数的定制匹配

硬件连接上确保正转禁止和反转禁止的限位传感器接到 HS 伺服控制器的相应连接端口。检查其输入配置是否正确，如下：

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 定制匹配 |
|--------|---|-------|------|--------------|
| Fn 01E | 正转禁止（CCWL）设置 1：内部使能；0：内部关闭；-1~-8：由数字输入信号端口（SignalIn 1~8）确定 | -8~+1 | - | 0 |
| Fn 01F | 反转禁止(CWL)设置 1：内部使能；0：内部关闭；-1~-8：由数字输入信号端口（SignalIn 1~8）确定 | -8~+1 | - | 推荐：-7 见说明 |

当超程检测功能启动允许后，正转禁止和反转禁止的输入信号从数字输入端口进入伺服驱动器时，为了保证在正转禁止或反转禁止超程检测传感器掉线的情况下也起到安全的保护作用，一般正转禁止和反转禁止信号的采取负逻辑有效方式（即有效方式与使能等数字端口输入方式逻辑相反）。一般有源限位开关的输出形式是正常状态下常闭，限位状态下断开（Break-Contact），符合负逻辑的使用方式。

另外，在一些情况下，使用无源限位开关，在正常状态下常开，限位状态下常闭。则需要修改正转禁止和反转禁止的输入信号逻辑，可以通过超程限位信号的数字输入通道进行取反设置即可。即：可以通过修改配置参数“Fn 00E”和“Fn 00F”的值来改变输入信号的逻辑，如下表所示：

| 参数编号 | 参数说明 | 参数范围 | 定制匹配 |
|--|---|-----------|------|
| Fn 00E | 数字输入异或取反控制位 1（输入信号端口 SignalIn 1~4） 千位：SignalIn 4 输入；百位：SignalIn 3 输入； 十位：SignalIn 2 输入；个位：SignalIn 1 输入 | 0000~1111 | 0000 |
| Fn 00F | 数字输入异或取反控制位 2（输入信号端口 SignalIn 5~8） 千位：SignalIn 8 输入；百位：SignalIn 7 输入； 十位：SignalIn 6 输入；个位：SignalIn 5 输入 | | 见说明 |
| 【例】Fn 00F=0110，表示由数字输入通道 6 和 7 输入的正转禁止和反转禁止的超程限位信号逻辑取反。 一般适合使用无源限位开关做超程保护的应用场合。 | | | |

A.2.3. 电机过载自动降载参数

通过参数 Fn_0E2 可以选择在驱动器过载发生情况下的处理方式，为 Fn_0E2=1 则过载发生时，驱动器报警停机，显示报警显示 E_oLod，与通用伺服过载处理一致；当 Fn_0E2=0 时，则过载发生时，驱动器不会停机，电机最大转矩会自动降低及恢复，确保电机和驱动器安全，其代价仅仅是略微影响一下电机运动控制的快速性。

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 定制匹配 |
|--------|--|------|------|------|
| Fn 0E2 | 过载报警使能：0：过载保护（限制为额定转矩输出）但不报警；1：过载则报警停机 | 0~1 | 1 | 0 |

HS 伺服参数的定制匹配

另外，过载自动降载的切换过程也是可以平滑调节的，当用户对这个有深度需求时，可进一步联系 HS 伺服开发及技术支持人员。

A.2.4. 电机失速检测参数

电机失速检测时间参数 Fn 0D4 用于堵转、缺相等失速故障情况下的判断。

当启动了过载自动降载功能后，一般需要将电机失速检测时间 Fn 0D4 这个参数调整大于 10000 (单位 ms)，以避免电机还没有进入自动降载阶段，驱动器先出现 En_SPEE 的堵转失速报警。一般情况下，过载设置为 2 倍 10S 的过载能力，由实用测试，可将电机失速检测时间 Fn 0D4 设置为值 15000。（表示最大允许 15S 全堵转）

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 定制匹配 |
|--------|-------------------------------------|---------|------|----------|
| Fn 0D4 | 电机失速检测时间（用于堵转、缺相、等失速故障判断）0: 取消失速保护。 | 0~30000 | ms | 推荐 15000 |

A.2.5. CAN 总线设置

HS 伺服的 CAN 总线波特率 HS_Fn_0F3 的需要设置为与 MBOX 一致。MBOX 的 CAN 总线波特率参数为 MBOX_Fn_061，默认值为 500KHZ。

HS 伺服的 CAN 总线节点号范围为 0~255，由配置参数 “Fn 0F4”设定，由伺服驱动器的网络化位置编号来决定。

HS 系列伺服驱动器 CAN 总线配备支持自主知识产权（发明专利）的总线协议，支持分组操作，组号分配数由配置参数 “Fn 0F5” 设定。该参数与 MBOX 配合时，保留原默认值即可。

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 定制匹配 |
|--------|-----------------|--------|------|-----------|
| Fn 0F3 | CAN 总线波特率 | 0~1000 | KHz | 默认 500 |
| Fn 0F4 | CAN 总线节点号 | 0~255 | — | 见说明 |
| Fn 0F5 | CanReg 协议的组号分配数 | 1~255 | — | 1 |

A.2.6. HS 伺服的 CAN 总线报告模式配置

需要将 HS 伺服的 Fn_0F6 设置为-1，以便得到 MBOX 控制伺服驱动的伺服运行信息。

另外，将 Fn_0F7 设置为 1250，基本上每隔 $1250 \times 0.4\text{ms} = 500\text{ms}$ ，伺服驱动器自动发出 CAN 总线一个定制运行状态信息，包括电机的位置，速度，负载率及运行状态字信息。

HS 伺服参数的定制匹配

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 定制匹配 |
|--------|---|--------------|------|------|
| Fn 0F6 | CanRegVisit 报告模式的 DX[n]/DX[n+1]中的 n 设置值/地址值。可通过该参数设定报告模式的数据来源。-1：定制模式 1，用于 MBOX； | -1~255 | - | -1 |
| Fn 0F7 | CanRegVisit 报告模式数据帧时间间隔控制参数。0：取消报告模式功能；n=1~30000：时间为 n*0.4ms； n=-1~-30000：时间为 abs(n)*4ms； | -30000~30000 | - | 1250 |

A.3. HS 伺服驱动器的参数调整（可选项）

A.3.1. 外部脉冲输入指令指数滤波比率系数

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 定制匹配 |
|--------|---|---------|-------|--------|
| Fn 056 | 外部脉冲输入指令指数滤波比率系数(滤波时间=N*0.2ms) 0：取消指数滤波 | 0-30000 | 0.2ms | 推荐 250 |

备注：一般在动感平台应用中，该参数可以选择为 50 ~ 500。

A.3.2. 电机控制速度环参数

一般情况下用第一增益就可，可以先设置一个比较温和的速度环调节参数。如：

速度环比例增益：Fn_087=5.00；

速度环积分时间常数：Fn_088=10.00

需要更强的刚性时，可以将比例增益加大，积分时间常数减小。

A.3.3. 电机控制位置环参数

一般情况下用第一增益就可，可以先设置一个比较温和的位置环调节参数。如：

位置环比例增益：Fn_05C=0.4

需要更强的刚性时，可以将比例增益加大。

A.3.4. 电机控制电流环参数

一般情况下可以先设置一个比较温和的电流环调节参数。如：

电流环比例增益：Fn_151=0.400

电流环积分时间常数：Fn_152=5.00ms

需要更强的刚性时，可以将比例增益加大，积分时间常数减小，但可能会导致电机的运行噪音加大。

A.3.5. 位置超差保护参数

为确保即使暂时位置超差，也不会导致驱动器报警，使得动感动作连续运行不停机，可以将 Fn_0DA 设置为 0，取消位置超差的报警功能。

HS 伺服参数的定制匹配

| 参数编号 | 参数说明 | 设定范围 | 设定单位 | 定制匹配 |
|--------|---|---------|------|------|
| Fn 0DA | 位置超差的偏差设定值（位置反馈脉冲数） 0：表示取消位置超差报警 1~32767：表示偏差设定值 | 0~32767 | 脉冲个数 | 0 |

A.3.6. 再生制动工作点及电阻参数

一般情况下，再生制动相关参数已配置好并够用，当 HS 伺服驱动器出现过压报警时，请就近联系相关技术人员，加配外置再生制动电阻，并适当调整再生制动控制的相关参数，如下所示：

| 参数编号 | 参数说明 |
|--------|--------------------------|
| Fn 169 | 直流母线电压启动泻放工作点（单位：0.1V） |
| Fn 16A | 制动时直流母线电压滞环值(单位：0.1V) |
| Fn 16B | 泻放制动电阻的阻值（单位：欧姆） |
| Fn 16C | 泻放制动电阻的功率(单位：W) |
| Fn 16D | 制动电阻允许的短时过载冲击时间(单位：0.1s) |

A.4. HS 伺服驱动器定制匹配参数保留与恢复

HS 伺服驱动器的参数，当为特定应用作为定制化匹配后，可以将当前参数值保留到伺服的用户数据存储区。通过将 Fn_007 设置为-1，并重新上电即可将当前的 FX 运行参数整体保留到用户数据存储区。建议用户在调试过程中，对当前 HS 伺服参数比较满意时，使用该功能保留参数，以备后用。

HS 伺服驱动器的标准出厂默认参数，可以通过将 Fn_007 设置为 1，重新上电即可恢复默认参数。当用户想恢复自行保留参数时，可以通过将 Fn_007 设置为 2，重新上电即可恢复备用保留参数。

A.5. HS 伺服驱动器的参数批量快速调整

HS 伺服驱动器的参数，支持通过 RS232 或 RS485 方式，用 MODBUS 通讯协议实现数据交换功能。当一套新的参数配置完毕后，后面的驱动器，就不需要每台都手动通过键盘显示来设置，可以通过将第 1 套参数读入并存储后，用通讯接口再进行批量复制写处理。

当多个驱动器进行组网时，必须关注不同驱动器的组网 ID 号的区分。对 MBOX 配套的 HS 伺服，就是要设置好每个轴伺服的 CAN 总线节点号参数 Fn_0F4。可以用键盘显示接口，也可以在通讯下载数据中更新。

对于 30916 版本之后的 HS 伺服驱动器，已开始支持 MBOX 动感平台应用定制版本的电机参数编号，除了 CAN 总线节点号参数 Fn_0F4 参数默认为 1，需要在现场按实际情况进行配置。目前支持的定制参数编号包括：

HS 伺服参数的定制匹配

| 用于动感平台的 HS 伺服定制电机编号 | | |
|---------------------|----------|------|
| HS 伺服 Fn 006 | 电 机 | 限位开关 |
| 30001 | 60CB060C | 无源 |
| 30002 | 60CB060C | 有源 |
| 30003 | 90CB120C | 无源 |
| 30004 | 90CB120C | 有源 |

为了进一步方便用户配置 HS 伺服用于动感平台,对于 2014-10-31 软件版本之后的 HS 伺服驱动器,可以支持动感平台应用快速一键参数匹配,除了 CAN 总线节点号参数 Fn_0F4 参数还需要在现场按实际情况进行配置,其余动感平台应用参数配置仅仅需要将 Fn009 设置一次即可。

目前支持的快速 Fn009 快速一键参数配置包括:

| HS 伺服 Fn 009 | 限位开关 |
|--------------|----------------------|
| 1 | 无源限位开关应用下 HS 伺服驱动器配置 |
| 2 | 有源限位开关应用下 HS 伺服驱动器配置 |

参考资料

参考资料

[1] TCP/IP Protocol Suite Fourth Edition. Behrouz A. Forouzan ISBN 978-0-07-337604-2
Published by McGraw-Hill

[2] 一种 CAN 总线系统及其中的应用层通讯方法 专利号: 200910090385.4 韩利 等 北京
和利时电机技术有限公司



北京和利时电机技术有限公司
BEIJING HOLLYSYS ELECTRIC TECHNOLOGY CO.,LTD.

制 造 商：北京和利时电机技术有限公司（原四通电机）

地 址：北京市海淀区学清路9号汇智大厦A座10层

邮政编码：100085

通讯地址：北京2877信箱

电话总机：(010) 62932100

销售热线：(010) 62927938

传 真：(010) 62927946

网 址：www.syn-tron.com

南京办事处

地 址：南京市黄埔路2号黄埔科技大厦B座1807室

电 话：(025) 84293632/37/52/53

传 真：(025) 84514509

深圳分公司

地 址：深圳市南山区艺园路115号田厦IC产业园2-004A室

电 话：(0755) 26581960/61/62/63

传 真：(0755) 26581969

