



## 睿尔曼机械臂话题说明 ( ROS1 ) V1.0.0



---

睿尔曼智能科技 ( 北京 ) 有限公司



文件修订记录：

版本号	时间	备注
V1.0	2024-1-25	拟制



## 目录

1. 简介.....	5
2. 报错说明.....	5
2.1 系统错误代码 .....	5
2.2 关节错误代码 .....	6
2.3 API 错误类型.....	错误!未定义书签。
3. ROS 功能包机械臂相关指令使用说明 .....	7
3.1 关节配置.....	7
3.1.1 清除关节错误代码 .....	7
3.2 工作坐标系设置.....	8
3.2.1 切换当前工作坐标系.....	8
3.3 坐标系查询.....	8
3.3.1 查询当前工具坐标系.....	8
3.3.2 查询所有工具坐标系名称.....	错误!未定义书签。
3.3.3 查询当前工作坐标系.....	错误!未定义书签。
3.3.4 查询所有工作坐标系.....	错误!未定义书签。
3.4 机械臂状态查询.....	9
3.4.1 获取机械臂当前状态 ( 返回各关节角度+欧拉角 ) .....	错误!未定义书签。
3.4.2 获取机械臂当前状态 ( 返回各关节弧度+四元数 ) .....	错误!未定义书签。
3.5 机械臂运动规划.....	9
3.5.1 关节空间运动.....	9
3.5.2 笛卡尔空间直线运动 .....	10



3.5.3	笛卡尔空间圆弧运动 .....	10
3.5.4	关节角度 CANFD 透传 .....	11
3.5.5	位姿 CANFD 透传 .....	12
3.5.6	关节空间规划到目标位姿 .....	12
3.5.7	轨迹急停 .....	错误!未定义书签。
3.6	控制器配置 .....	错误!未定义书签。
3.6.1	获取控制器版本 .....	错误!未定义书签。
3.7	末端手爪控制 ( 选配 ) .....	错误!未定义书签。
3.7.1	获取控制器版本 .....	错误!未定义书签。
3.8	末端工具 IO 配置 .....	错误!未定义书签。
3.8.1	设置工具端电源输出 .....	错误!未定义书签。
3.9	末端手爪控制 ( 选配 ) .....	19
3.9.1	设置夹爪力控夹取 .....	19
3.9.2	设置夹爪持续力控夹取 .....	19
3.9.3	夹爪到达指定位置 .....	20
3.10	拖动示教及轨迹复现 .....	22
3.10.1	设置力位混合控制 .....	错误!未定义书签。
3.10.2	结束力位混合控制 .....	23
3.11	末端六维力传感器的使用 ( 选配 ) .....	20
3.11.1	清空六维力数据 .....	21
3.12	末端五指灵巧手控制 ( 选配 ) .....	23
3.12.1	设置灵巧手手势序号 .....	23



3.12.2	设置灵巧手动作序列.....	错误!未定义书签。
3.12.3	设置灵巧手各自由度角度.....	错误!未定义书签。
3.12.4	设置灵巧手速度.....	错误!未定义书签。
3.12.5	设置灵巧手力阈值.....	错误!未定义书签。
3.13	升降机构.....	27
3.13.1	升降机构速度开环控制.....	27
3.13.2	升降机构位置闭环控制.....	27
3.13.3	获取升降机构状态.....	27
3.14	透传力位混合控制补偿.....	错误!未定义书签。
3.14.1	开启透传力位混合控制补偿模式.....	错误!未定义书签。
3.14.2	关闭透传力位混合控制补偿模式.....	错误!未定义书签。
3.14.3	透传力位混合补偿（关节）.....	错误!未定义书签。
3.14.4	透传力位混合补偿（位姿）.....	错误!未定义书签。
3.15	机械臂状态主动上报.....	28
3.15.1	设置 UDP 机械臂状态主动上报配置.....	28
3.15.2	查询 UDP 机械臂状态主动上报配置.....	28
3.15.3	UDP 机械臂状态主动上报.....	28



## 1. 简介

为了方便用户通过 ROS1 控制机械臂，睿尔曼提供了基于 JSON 的 ROS1 功能包，有关机械臂的控制细节想要了解的话也可以参考 JSON 的相关文档和说明，在实际使用机械臂时，用户可通过以太网口与机械臂建立通信，并控制机械臂。

## 2. 报错说明

### 2.1 控制器错误代码

序号	错误代码 ( 16 进制 )	错误内容
1	0x0000	系统正常
2	0x1001	关节通信异常
3	0x1002	目标角度超过限位
4	0x1003	该处不可达，为奇异点
5	0x1004	实时内核通信错误
6	0x1005	关节通信总线错误
7	0x1006	规划层内核错误
8	0x1007	关节超速
9	0x1008	末端接口板无法连接
10	0x1009	超速度限制
11	0x100A	超加速度限制
12	0x100B	关节抱闸未打开
13	0x100C	拖动示教时超速



14	0x100D	机械臂发生碰撞
15	0x100E	无该工作坐标系
16	0x100F	无该工具坐标系
17	0x1010	关节发生掉使能错误
18	0x1011	圆弧规划错误
19	0x1012	自碰撞错误
20	0x1013	碰撞到电子围栏错误 ( 预留 )
21	0x5001	预留
22	0x5002	预留
23	0x5003	控制器过温
24	0x5004	预留
25	0x5005	控制器过流
26	0x5006	控制器欠流
27	0x5007	控制器过压
28	0x5008	控制器欠压
29	0x5009	实时内核通讯错误

## 2.2 关节错误代码

序号	错误代码 ( 16 进制 )	错误内容
1	0x0000	关节正常
2	0x0001	FOC 错误
3	0x0002	过压



4	0x0004	欠压
5	0x0008	过温
6	0x0010	启动失败
7	0x0020	编码器错误
8	0x0040	过流
9	0x0080	软件错误
10	0x0100	温度传感器错误
11	0x0200	位置超限错误
12	0x0400	关节 ID 非法
13	0x0800	位置跟踪错误
14	0x1000	电流检测错误
15	0x2000	抱闸打开失败
16	0x4000	位置指令阶跃警告
17	0x8000	多圈关节丢圈数
18	0xF000	通信丢帧

### 3. ROS 功能包机械臂相关指令使用说明

该部分介绍如何通过 ROS 话题查询和控制机械臂。

#### 3.1 关节配置

##### 3.1.1 设置关节使能状态

功能描述	设置关节使能状态
发布指令参数说明	Joint_Enable.msg #对指定关节进行使能操作 uint8 joint_num: #对应关节序号, 从基座到机械臂手爪端, 序号依次为1~6 bool state: #true-上使能, false-掉使能





命令示例	rostopic pub /rm_driver/Joint_Enable rm_msgs/Joint_Enable "joint_num: 1 state: true"
返回值参数说明	std_msgs::Bool true-设置成功, false-设置失败
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/set_joint_err_clear_result

## 3.2 工具坐标系设置

### 3.2.1 切换当前工具坐标系

功能描述	切换当前工作坐标系
发布指令参数说明	ROS自带msg std_msgs::String
命令示例	rostopic pub /rm_driver/ChangeToolName_Cmd rm_msgs/ChangeTool_Name "toolname: '6WM'"
返回值参数说明	std_msgs::Bool true-设置成功, false-设置失败
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/ChangeTool_State

## 3.3 工作坐标系设置

### 3.3.1 切换当前工作坐标系

功能描述	切换当前工作坐标系
发布指令参数说明	ROS自带msg std_msgs::String
命令示例	rostopic pub /rm_driver/ChangeWorkFrame_Cmd rm_msgs/ChangeWorkFrame_Name "WorkFrame_name: 'Base'"
返回值参数说明	std_msgs::Bool true-设置成功, false-设置失败
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/ChangeWorkFrame_State

## 3.4 坐标系查询

### 3.4.1 查询当前工作坐标系

功能描述	查询当前工具坐标系
参数说明	ROS自带msg std_msgs::Empty
命令示例	rostopic pub /rm_driver/GetTotalWorkFrame std_msgs/Empty "{}"
返回值参数说明	无



返回值查看	根据rm_driver节点打印信息查看
-------	---------------------

## 3.5 机械臂状态查询

### 3.5.1 获取机械臂关节当前电流

功能描述	获取机械臂当前电流
参数说明	ROS自带msg std_msgs::Empty
命令示例	rostopic pub /rm_driver/GetCurrentJointCurrent std_msgs/Empty "{}"
返回值参数说明	Joint_Current.msg float32[] joint_current #关节电流（单位：uA）
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/Joint_Current

## 3.6 机械臂运动规划

### 3.6.1 关节空间运动

功能描述	关节空间运动MOVEJ
参数说明	MoveJ.msg float32[] joint: 关节角度，单位：弧度。 float32 speed: 速度比例系数，0~1。 uint8 trajectory_connect: 可选参数，代表是否和下一条运动一起规划，0代表立即规划，1代表和下一条轨迹一起规划，当为1时，轨迹不会立即执行。
命令示例	六自由度 rostopic pub /rm_driver/MoveJ_Cmd rm_msgs/MoveJ "joint: [0, 0, 0, 0, 0, 0] speed: 0.2" 七自由度 rostopic pub /rm_driver/MoveJ_Cmd rm_msgs/MoveJ "joint: [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0] speed: 0.2 trajectory_connect: 0"
返回值	std_msgs::Bool 成功返回: true; 失败返回: false。 rostopic echo /rm_driver/Plan_State



### 3.6.2 笛卡尔空间直线运动

功能描述	笛卡尔空间直线运动MOVEL
参数说明	<p>MoveL.msg</p> <p>geometry_msgs/Pose Pose: 机械臂位姿, geometry_msgs/Pose类型, x、y、z坐标 (float类型, 单位: m) +四元数。</p> <p>float32 speed: 速度比例系数, 0~1。</p> <p>uint8 trajectory_connect: 可选参数, 代表是否和下一条运动一起规划, 0代表立即规划, 1代表和下一条轨迹一起规划, 当为1时, 轨迹不会立即执行。</p>
命令示例	<pre>rostopic pub /rm_driver/MoveL_Cmd rm_msgs/MoveL "Pose:   position:     x: 0.0     y: 0.0     z: 0.0   orientation:     x: 0.0     y: 0.0     z: 0.0     w: 0.0   speed: 0.2   trajectory_connect: 0"</pre>
返回值	<p>std_msgs::Bool 成功返回: true; 失败返回: false。</p> <p>rostopic echo /rm_driver/Plan_State</p>

### 3.6.3 笛卡尔空间圆弧运动

功能描述	笛卡尔空间圆弧运动MOVEC
参数说明	<p>MoveC.msg</p> <p>geometry_msgs/Pose Mid_Pose: 中间位姿, geometry_msgs/Pose类型, x、y、z坐标 (float类型, 单位: m) +四元数。</p> <p>geometry_msgs/Pose End_Pose: 终点位姿, geometry_msgs/Pose类型, x、y、z坐标 (float类型, 单位: m) +四元数。</p> <p>float32 speed: 速度比例系数, 0~1。</p> <p>uint16 loop: 旋转圈数。</p>



	uint8 trajectory_connect: 可选参数, 代表是否和下一条运动一起规划, 0代表立即规划, 1代表和下一条轨迹一起规划, 当为1时, 轨迹不会立即执行。
命令示例	<pre>rostopic pub /rm_driver/MoveC_Cmd rm_msgs/MoveC "Mid_Pose: position:   x: 0.2949   y: 0.1377   z: 0.1048 orientation:   x: 0.05   y: -0.989   z: -0.1359   w: 0.0274 End_Pose: position:   x: 0.2417   y: 0.0   z: 0.1213 orientation:   x: 0.0136   y: 0.9993   z: 0.0241   w: 0.0261 speed: 0.5 trajectory_connect: 0"</pre>
返回值	<pre>std_msgs::Bool  成功返回: true; 失败返回: false。 rostopic echo /rm_driver/Plan_State</pre>

### 3.6.4 关节角度 CANFD 透传

功能描述	关节角度CANFD透传
参数说明	<pre>JointPos.msg float32[] joint: 关节角度, 单位: 弧度。 float32 expand: 拓展关节, 单位: 弧度。</pre>



命令示例	透传需要连续发送多个连续的点实现，单纯靠以下命令并不能实现功能，当前moveit控制使用了角度透传的控制方式。  rostopic pub /rm_driver/JointPos rm_msgs/JointPos "joint: [0, 0, 0, 0, 0, 0] expand: 0.0"
返回值	成功：无返回值；失败返回：driver终端返回错误码。

### 3.6.5 位姿 CANFD 透传

功能描述	位姿CANFD透传
参数说明	CartePos.msg geometry_msgs/Pose Pose: 透传位姿, geometry_msgs/Pose类型, x、y、z坐标（float类型，单位：m）+四元数。
命令示例	需要是大量（10个以上）位置连续 的点，单纯靠以下命令并不能实现功能，以2ms以上的周期持续发布。  rostopic pub /rm_driver/MoveP_Fd_Cmd rm_msgs/CartePos "Pose: position: x: 0.0 y: 0.0 z: 0.0 orientation: x: 0.0 y: 0.0 z: 0.0 w: 0.0"
返回值	成功：无返回值；失败返回：driver终端返回错误码。

### 3.6.6 关节空间规划到目标位姿

功能描述	关节空间规划到目标位姿MOVEJP
参数说明	MoveJ_P.msg geometry_msgs/Pose Pose: 目标位姿, x、y、z坐标（float类型，单位：m）+四元数。 float32 speed: 速度百分比比例系数，0~1。



	uint8 trajectory_connect: 可选参数, 代表是否和下一条运动一起规划, 0代表立即规划, 1代表和下一条轨迹一起规划, 当为1时, 轨迹不会立即执行。
命令示例	<pre>rostopic pub /rm_driver/MoveJ_P_Cmd rm_msgs/MoveJ_P "Pose:   position:     x: 0.0     y: 0.0     z: 0.0   orientation:     x: 0.0     y: 0.0     z: 0.0     w: 0.0   speed: 0.0   trajectory_connect: 0"</pre>
返回值	<pre>std_msgs::Bool  成功返回: true; 失败返回: false。 rostopic echo /rm_driver/Plan_State</pre>

## 3.7 机械臂运动配置-步进指令

### 3.7.1 关节步进

功能描述	关节步进
参数说明	<pre>Joint_Step.msg uint8 joint_num      #要运动的关节 float32 step_angle   #步进角度（单位：角度） float32 speed        #运动速度</pre>
命令示例	<pre>六自由度 rostopic pub /rm_driver/SetJointStep rm_msgs/Joint_Step "joint_num: 6 step_angle: 90.0 speed: 0.2"七自由度 rostopic pub /rm_driver/MoveJ_Cmd rm_msgs/MoveJ "joint: [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0] speed: 0.2"</pre>
返回值参数说明	<pre>std_msgs::Bool  成功返回: true; 失败返回: false。</pre>



返回值查看	rostopic echo /rm_driver/Plan_State
-------	-------------------------------------

## 3.8 机械臂运动配置-运动指令

### 3.8.1 轨迹急停

功能描述	轨迹急停
参数说明	Stop.msg bool state #true生效 false 不生效
命令示例	rostopic pub /rm_driver/Emergency_Stop rm_msgs/Stop "state: true"
返回值参数说明	std_msgs::Bool 成功返回: true; 失败返回: false。
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/Set_Arm_Stop_Result

## 3.9 机械臂运动配置-示教指令类

### 3.9.1 关节示教

功能描述	关节示教
参数说明	Joint_Teach.msg int16 teach_joint 示教控制关节 string direction 关节转动方向 “pos”: 正方向, “neg”: 反方向 int16 v 关节转动速度0-100
命令示例	rostopic pub /rm_driver/Arm_JointTeach std_msgs/msg/Empty "{}"
返回值参数说明	std_msgs::Bool 成功返回: true; 失败返回: false。
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/SetJointTeach_Result

### 3.9.2 位置示教

功能描述	位置示教
参数说明	Pos_Teach.msg string teach_type 坐标轴, “x”, “y”, “z” string direction 示教方向 “pos”: 正方向, “neg”: 反方向 int16 v 关节转动速度0-100
命令示例	rostopic pub /rm_driver/Arm_PosTeach rm_msgs/Pos_Teach "teach_type: 'z'"



	direction: 'pos' v: 10"
返回值参数说明	std_msgs::Bool 成功返回: true; 失败返回: false。
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/SetPosTeach_Result

### 3.9.3 姿态示教

功能描述	姿态示教
参数说明	Ort_Teach.msg string teach_type 旋转所绕坐标轴, "rx", "ry", "rz" string direction 示教方向 "pos": 正方向, "neg": 反方向 int16 v 关节转动速度0-100
命令示例	rostopic pub /rm_driver/Arm_OrtTeach rm_msgs/Ort_Teach "teach_type: 'rz' direction: 'pos' v: 10"
返回值参数说明	std_msgs::Bool 成功返回: true; 失败返回: false。
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/SetOrtTeach_Result

### 3.9.4 示教停止

功能描述	示教停止
参数说明	Stop_Teach.msg string command 停止指令 "set_stop_teach", 运行以下指令即可
命令示例	rostopic pub /rm_driver/Arm_StopTeach rm_msgs/Stop_Teach "command: ""
返回值参数说明	std_msgs::Bool 成功返回: true; 失败返回: false。
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/SetStopTeach_Result

## 3.10 系统配置

### 3.10.1 控制机械臂上电断电

功能描述	控制机械臂上电断电
参数说明	std_msgs::Byte msg 1控制机械臂上电 0控制机械臂断电
命令示例	rostopic pub /rm_driver/SetArmPower std_msgs/Byte "data: 0"





返回值参数说明	std_msgs::Bool 成功返回: true; 失败返回: false。
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/Set_Arm_Power_Result

### 3.10.2 读取软件版本号

功能描述	读取软件版本号
参数说明	std_msgs::Byte msg 1控制机械臂上电 0控制机械臂断电
命令示例	rostopic pub /rm_driver/Get_Arm_Software_Version std_msgs/Empty "{}"
返回值参数说明	Arm type is RML63-BI Arm version is 3b0146
返回值查看	rm_driver节点终端

### 3.10.3 清除系统错误

功能描述	清除系统错误
参数说明	std_msgs::Empty msg
命令示例	rostopic pub /rm_driver/Clear_System_Err std_msgs/Empty "{}"
返回值参数说明	std_msgs::Bool 成功返回: true; 失败返回: false。
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/System_En_State_Result

## 3.11 查询机械臂状态信息

### 3.11.1 获取机械臂关节当前电流

功能描述	获取机械臂当前电流
参数说明	ROS自带msg std_msgs::Empty
命令示例	rostopic pub /rm_driver/GetCurrentJointCurrent std_msgs/Empty "{}"
返回值参数说明	Joint_Current.msg float32[] joint_current #关节电流 (单位: uA)
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/Joint_Current

### 3.11.2 查询机械臂关节角度

功能描述	查询机械臂关节角度
------	-----------



参数说明	std_msgs::Empty msg
命令示例	rostopic pub /rm_driver/GetArmJoint_Cmd std_msgs/Empty "{}"
返回值参数说明	sensor_msgs::JointState
返回值查看	rostopic echo /joint_states

### 3.11.3 查询机械臂状态 ( 弧度+四元数 )

功能描述	查询机械臂状态
参数说明	GetArmState_Command.msg string command
命令示例	rostopic pub /rm_driver/GetArmState_Cmd rm_msgs/GetArmState_Command "command: ""
返回值参数说明	ArmState.msg float32[] joint #机械臂弧度信息 geometry_msgs/Pose Pose #机械臂当前位姿（四元数） uint16 arm_err #机械臂错误信息 uint16 sys_err #系统错误信息 uint8 dof #机械臂自由度
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/ArmCurrentState

### 3.11.4 查询机械臂状态 ( 角度+欧拉角 )

功能描述	查询机械臂状态
参数说明	GetArmState_Command.msg string command
命令示例	rostopic pub /rm_driver/GetArmState_Cmd rm_msgs/GetArmState_Command "command: ""
返回值参数说明	Arm_Current_State.msg float32[] joint #机械臂角度信息 float32[6] Pose #机械臂当前位姿（欧拉角） uint16 arm_err #机械臂错误信息 uint16 sys_err #系统错误信息 uint8 dof #机械臂自由度
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/Arm_Current_State

## 3.12 控制器 IO 配置及获取



### 3.12.1 设置机械臂数字 IO 输出状态

功能描述	查询机械臂关节角度
参数说明	Arm_Digital_Output.msg uint8 num # IO端口号, 范围: 1~4 bool state # “state”: IO状态, 1-输出高, 0-输出低
命令示例	rostopic pub /rm_driver/Arm_Digital_Output rm_msgs/Arm_Digital_Output "num: 1 state: true"
返回值参数说明	std_msgs::Bool 成功返回: true; 失败返回: false。
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/Set_D0_State_Result

### 3.12.2 获取所有 IO 输入状态

功能描述	查询机械臂关节角度
参数说明	IO_Update.msg uint8 type 1查询控制器IO状态; 2查询工具端IO状态
命令示例	rostopic pub /rm_driver/IO_Update rm_msgs/IO_Update "type: 1"
返回值参数说明	Arm_IO_State.msg int8[4] Arm_Digital_Input #0代表低; 1代表高; -1代表为输出状态
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/Arm_IO_State

## 3.13 工具端 IO 配置及获取

### 3.13.1 设置工具端数字 IO 输出状态

功能描述	查询机械臂关节角度
参数说明	Tool_Digital_Output.msg uint8 num # IO端口号, 范围: 1~4 bool state # “state”: IO状态, 1-输出高, 0-输出低
命令示例	rostopic pub /rm_driver/Tool_Digital_Output rm_msgs/Tool_Digital_Output "num: 1 state: true"
返回值参数说明	std_msgs::Bool 成功返回: true; 失败返回: false。
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/Set_Tool_D0_State_Result



### 3.13.2 获取工具端数字 IO 状态

功能描述	查询机械臂关节角度
参数说明	IO_Update.msg uint8 type            1查询控制器IO状态; 2查询工具端IO状态
命令示例	rostopic pub /rm_driver/IO_Update rm_msgs/IO_Update "type: 2"
返回值参数说明	Tool_IO_State.msg bool[2] Tool_IO_Mode            #数字I/O输入/输出状态    0-输入模式, 1-输出模式 bool[2] Tool_IO_State            #数字I/O电平状态            0-低, 1-高
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/Tool_IO_State

## 3.14 末端手爪控制 ( 选配 )

睿尔曼机械臂末端配备了因时机器人公司的 EG2-4C2 手爪，为了便于用户操作手爪，机械臂控制器对用户适配了手爪的 ROS 控制方式

### 3.14.1 设置夹爪持续力控夹取

功能描述	设置夹爪力控夹取
参数说明	Gripper_Pick.msg #手爪以设定的速度力控夹取，当受力超过设定力后，停止运动 uint16 speed            #1~1000,代表手爪开合速度，无量纲 uint16 force            #1~1000,代表手爪夹持力，最大1.5kg
命令示例	rostopic pub /rm_driver/Gripper_Pick_On rm_msgs/Gripper_Pick "speed: 100 force: 100"
返回值参数说明	std_msgs::Bool    成功返回: true; 失败返回: false。
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/Set_Gripper_Result

### 3.14.2 设置夹爪力控夹取

功能描述	设置夹爪持续力控夹取
参数说明	Gripper_Pick.msg #手爪以设定的速度力控夹取，当受力超过设定力后，停止运动 uint16 speed            #1~1000,代表手爪开合速度，无量纲 uint16 force            #1~1000,代表手爪夹持力，最大1.5kg



命令示例	rostopic pub /rm_driver/Gripper_Pick rm_msgs/Gripper_Pick "speed: 100 force: 100"
返回值参数说明	std_msgs::Bool 成功返回: true; 失败返回: false。
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/Set_Gripper_Result

### 3.14.3 夹爪到达指定位置

功能描述	夹爪到达指定位置
参数说明	Gripper_Set.msg # 设置手爪到固定位置, 手爪到位置后或者所受力超过阈值后停止 uint16 position # 手爪目标位置, 范围: 1~1000, 代表手爪开口度: 0~70mm
命令示例	rostopic pub /rm_driver/Gripper_Set rm_msgs/Gripper_Set "position: 100"
返回值参数说明	std_msgs::Bool 成功返回: true; 失败返回: false。
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/Set_Gripper_Result

## 3.15 末端六维力传感器的使用 (选配)

睿尔曼 RM-65F 机械臂末端配备集成式六维力传感器, 无需外部走线, 用户可直接通过 ROS 话题对六维力进行操作。

### 3.15.1 查询六维力数据

功能描述	查询六维力数据
参数说明	std_msgs::Empty
命令示例	rostopic pub /rm_driver/GetSixForce_Cmd std_msgs/Empty "{}"
返回值参数说明	Six_Force.msg float32 force_Fx float32 force_Fy float32 force_Fz float32 force_Mx float32 force_My float32 force_Mz
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/GetSixForce # 六维力原始数据



	<pre>rostopic echo /rm_driver/SixZeroForce #传感器坐标系下的六 维力数据  rostopic echo /rm_driver/WorkZeroForce #工作坐标系下的传感器 数据  rostopic echo /rm_driver/ToolZeroForce #工具坐标系下的传感器 数据</pre>
--	--

### 3.15.2 清空六维力数据

功能描述	清空六维力数据
参数说明	std_msgs::Empty
命令示例	<pre>rostopic pub /rm_driver/ClearForceData_Cmd std_msgs/Empty "{}"</pre>
返回值参数说明	std_msgs::Bool 成功返回: true; 失败返回: false。
返回值查看	<pre>rostopic echo /rm_driver/ClearForceData_result</pre>

### 3.15.3 自动设置六维力重心参数

功能描述	自动设置六维力重心参数
参数说明	std_msgs::Empty
命令示例	<pre>rostopic pub /rm_driver/SetForceSensor_Cmd std_msgs/Empty "{}"</pre>
返回值参数说明	std_msgs::Bool 成功返回: true; 失败返回: false。
返回值查看	<pre>rostopic echo /rm_driver/ForceSensorSet_result</pre>

### 3.15.4 手动标定六维力数据

功能描述	手动标定六维力数据
参数说明	<pre>Manual_Set_Force_Pose.msg  string pose  pose1:位置1关节角度;  pose2:位置2关节角度;  pose3:位置3关节角度;  pose4:位置4关节角度;  int64[] joint 0.001角度, 如90度为90000</pre>
命令示例	<pre>rostopic pub /rm_driver/ManualSetForcePose_Cmd rm_msgs/Manual_Set_Force_Pose "pose: ' pose1' joint:</pre>



	[0, 0, 0, 0, 90000, 0]"
返回值参数说明	std_msgs::Bool 成功返回: true; 失败返回: false。
返回值查看	/rm_driver/ForceSensorSet_result

### 3.15.5 停止标定力传感器重心

功能描述	停止标定力传感器重心
参数说明	std_msgs::Empty
命令示例	rostopic pub /rm_driver/StopSetForceSensor_Cmd std_msgs/Empty "{}"
返回值参数说明	std_msgs::Bool 成功返回: true; 失败返回: false。
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/StopSetForceSensor_result

## 3.16 拖动示教

### 3.16.1 拖动示教结束

功能描述	拖动示教结束
参数说明	std_msgs::Empty
命令示例	rostopic pub /rm_driver/StartMultiDragTeach_result std_msgs/Empty "{}"
返回值参数说明	std_msgs::Bool 成功返回: true; 失败返回: false。
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/StopDragTeach_result

### 3.16.2 开启复合拖动示教

功能描述	拖动示教结束
参数说明	Start_Multi_Drag_Teach.msg uint8 mode 0-电流环模式, 1-使用末端六维力, 只动位置, 2-使用末端六维力, 只动姿态, 3-使用末端六维力, 位置和姿态同时动
命令示例	rostopic pub /rm_driver/StartMultiDragTeach_Cmd rm_msgs/Start_Multi_Drag_Teach "mode: 0"
返回值参数说明	std_msgs::Bool 成功返回: true; 失败返回: false。
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/StartMultiDragTeach_result

### 3.16.3 力位混合控制



功能描述	结束力位混合控制
参数说明	Set_Force_Position.msg uint8 sensor      #传感器；0-一维力；1-六维力 uint8 mode        #0-工作坐标系力控；1-工具坐标系 uint8 direction    #力控方向；0-沿X轴；1-沿Y轴；2-沿Z轴；3-沿RX姿态方向；4-沿RY姿态方向；5-沿RZ姿态方向 int16 N            # N:力的大小，单位0.1N
命令示例	rostopic pub /rm_driver/SetForcePosition_Cmd rm_msgs/Set_Force_Position "sensor: 0 mode: 0 direction: 0 N: 0"。
返回值参数说明	std_msgs::Bool 成功返回：true；失败返回：false。
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/SetForcePosition_result

### 3.16.4 结束力位混合控制

功能描述	结束力位混合控制
参数说明	std_msgs::Empty
命令示例	rostopic pub /rm_driver/StopForcePostion_Cmd std_msgs/Empty "{}"
返回值参数说明	std_msgs::Bool 成功返回：true；失败返回：false。
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/StopForcePostion_result

## 3.17 末端五指灵巧手控制（选配）

睿尔曼机械臂末端配备了五指灵巧手，可通过 ROS 对灵巧手进行设置。

### 3.17.1 设置灵巧手手势序号

功能描述	结束力位混合控制
参数说明	Hand_Posture.msg #设置灵巧手手势 uint16 posture_num            #预先保存在灵巧手内的手势序号，范围：1~40
命令示例	rostopic pub /rm_driver/Hand_SetPosture rm_msgs/Hand_Posture "posture_num: 0"





返回值参数说明	std_msgs::Bool 成功返回: true; 失败返回: false。
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/Set_Hand_Posture_Result

### 3.17.2 设置灵巧手动作序列

功能描述	设置灵巧手动作序列
参数说明	Hand_Seq.msg #设置灵巧手动作序列 uint16 seq_num #预先保存在灵巧手内的序列序号, 范围: 1~40
命令示例	rostopic pub /rm_driver/Hand_SetSeq rm_msgs/Hand_Seq "seq_num: 0"
返回值参数说明	std_msgs::Bool 成功返回: true; 失败返回: false。
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/Set_Hand_Seq_Result

### 3.17.3 设置灵巧手各自由度角度

功能描述	设置灵巧手各自由度角度
参数说明	Hand_Angle.msg #设置灵巧手角度, 灵巧手有 6 个自由度, 从 1~6 分别为小拇指, 无名指, 中指, 食指, 大拇指弯曲, 大拇指旋转 int16[6] hand_angle #手指角度数组, 范围: 0~1000.另外, -1 代表该自由度不执行任何操作, 保持当前状态
命令示例	rostopic pub /rm_driver/Hand_SetAngle rm_msgs/Hand_Angle "hand_angle: [0, 0, 0, 0, 0, 0]"
返回值参数说明	std_msgs::Bool 成功返回: true; 失败返回: false。
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/Set_Hand_Angle_Result

### 3.17.4 设置灵巧手速度

功能描述	设置灵巧手速度
参数说明	Hand_Speed.msg #设置灵巧手关节速度 uint16 hand_speed #手指速度, 范围: 1~1000
命令示例	rostopic pub /rm_driver/Hand_SetSpeed rm_msgs/Hand_Speed "hand_speed: 0"
返回值参数说明	std_msgs::Bool 成功返回: true; 失败返回: false。
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/Set_Hand_Speed_Result



### 3.17.5 设置灵巧手力阈值

功能描述	设置灵巧手力阈值
参数说明	Hand_Force.msg #设置灵巧手关节力阈值 uint16 hand_force #手指力, 范围: 1~1000
命令示例	rostopic pub /rm_driver/Hand_SetForce rm_msgs/Hand_Force "hand_force: 0"
返回值参数说明	std_msgs::Bool 成功返回: true; 失败返回: false。
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/Set_Hand_Force_Result

### 3.18 透传力位混合控制补偿模式

针对睿尔曼带一维力和六维力版本的机械臂, 用户除了可直接使用示教器调用底层的力位混合控制模块外, 还可以将自定义的轨迹以周期性透传的形式结合底层的力位混合控制算法进行补偿。

#### 3.18.1 开启透传力位混合控制补偿模式

功能描述	开启透传力位混合控制补偿模式
参数说明	std_msgs::Empty
命令示例	rostopic pub /rm_driver/StartForcePositionMove_Cmd std_msgs/Empty "{}"
返回值参数说明	std_msgs::Bool 成功返回: true; 失败返回: false。
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/StartForcePositionMove_result

#### 3.18.2 透传力位混合控制补偿(位姿)

功能描述	透传力位混合控制补偿(位姿)
参数说明	Force_Position_Move_Pose.msg geometry_msgs/Pose Pose #四元数信息 uint8 sensor #所使用传感器类型, 0-一维力, 1-六维力 uint8 mode #模式, 0-沿工作坐标系, 1-沿工具端坐标系 uint8 dir #力控方向, 0~5分别代表X/Y/Z/Rx/Ry/Rz, 其中一维力类型时默认方向为Z方向



	int16 force #力的大小，精度0.1N或者0.1Nm
命令示例	<pre>rostopic pub /rm_driver/ForcePositionMovePose_Cmd rm_msgs/Force_Position_Move_Pose "Pose:   position: {x: 0.0, y: 0.0, z: 0.0}   orientation: {x: 0.0, y: 0.0, z: 0.0, w: 0.0} sensor: 1 mode: 0 dir: 0 force: 0"</pre>
返回值参数说明	成功：无返回，失败：报错信息查看rm_driver节点
返回值查看	

### 3.18.3 透传力位混合控制补偿(弧度)

功能描述	透传力位混合控制补偿(弧度)
参数说明	<pre>Force_Position_Move_Joint.msg float32[] joint #弧度信息 uint8 sensor #所使用传感器类型，0-一维力，1-六维力 uint8 mode #模式，0-沿工作坐标系，1-沿工具端坐标系 uint8 dir #力控方向，0~5分别代表X/Y/Z/Rx/Ry/Rz，其中一维力类型时默认方向为Z方向 int16 force #力的大小，精度0.1N或者0.1Nm uint8 dof #机械臂自由度信息</pre>
命令示例	<pre>rostopic pub /rm_driver/ForcePositionMoveJiont_Cmd rm_msgs/Force_Position_Move_Joint "joint: [0, 0, 0, 0, 0, 0] sensor: 0 mode: 0 dir: 0 force: 0 dof: 0"</pre>
返回值参数说明	成功：无返回，失败：报错信息查看rm_driver节点
返回值查看	

### 3.18.4 开启透传力位混合控制补偿模式



功能描述	开启透传力位混合控制补偿模式
参数说明	std_msgs::Empty
命令示例	rostopic pub /rm_driver/StopForcePositionMove_Cmd std_msgs/Empty "{}"
返回值参数说明	std_msgs::Bool 成功返回: true; 失败返回: false。
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/StopForcePositionMove_result

## 3.19 升降机构

睿尔曼机械臂可集成自主研发升降机构。

### 3.19.1 升降机构速度开环控制

功能描述	升降机构速度开环控制
参数说明	Lift_Speed.msg #升降机构速度开环控制 #Speed < 0:升降机构向下运动 #Speed > 0:升降机构向上运动 #Speed = 0:升降机构停止运动 int16 speed #速度百分比, -100~100
命令示例	rostopic pub /rm_driver/Lift_SetSpeed rm_msgs/Lift_Speed "speed: 0"
返回值参数说明	std_msgs::Bool 成功返回: true; 失败返回: false。
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/Set_Lift_Speed_Result

### 3.19.2 升降机构位置闭环控制

功能描述	升降机构位置闭环控制
参数说明	Lift_Height.msg #升降机构运行到指定高度 uint16 height #目标高度, 单位 mm, 范围: 0~2600 uint16 speed #速度百分比, 1~100
命令示例	rostopic pub /rm_driver/Lift_SetHeight rm_msgs/Lift_Height "height: 0 speed: 0"
返回值参数说明	std_msgs::Bool 成功返回: true; 失败返回: false。
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/Plan_State



### 3.19.3 获取升降机构状态

功能描述	获取升降机构状态
参数说明	std_msgs::Empty
命令示例	rostopic pub /rm_driver/get_lift_state_cmd std_msgs/msg/Empty "{}"
返回值参数说明	LiftState.msg int16 height #当前高度 int16 current #当前电流 uint16 err_flag #驱动错误代码 byte mode #当前升降状态, 0-空闲, 1-正方向速度运动, 2-正方向位置运动, 3-负方向速度运动, 4-负方向位置运动
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/LiftState

## 3.20 机械臂状态主动上报

### 3.20.1 设置 UDP 机械臂状态主动上报配置

功能描述	设置UDP 机械臂状态主动上报配置
参数说明	Set_Realtime_Push.msg uint16 cycle: 设置广播周期, 为5ms的倍数 (默认1即1*5=5ms, 200Hz)。 uint16 port: 设置广播的端口号 (默认8089)。 uint16 force_coordinate: 设置系统外受力数据的坐标系 (仅带有力传感器的机械臂支持)。 string ip: 设置自定义的上报目标IP 地址 (默认192.168.1.10)。
命令示例	rostopic pub /rm_driver/Set_Realtime_Push rm_msgs/Set_Realtime_Push "cycle: 1 port: 8089 force_coordinate: 0 ip: '192.168.1.10'"
返回值参数说明	成功返回: true; 失败返回: false, driver终端返回错误码。
返回值查看	rostopic echo /rm_driver/Set_Realtime_Push_Result

### 3.20.2 查询 UDP 机械臂状态主动上报配置

功能描述	设置UDP 机械臂状态主动上报配置
参数说明	std_msgs/Empty



命令示例	<code>rostopic pub /rm_driver/Get_Realtime_Push std_msgs/Empty "{}"</code>
返回值参数说明	成功返回: true; 失败返回: false, driver终端返回错误码。
返回值查看	<code>rostopic echo /rm_driver/Get_Realtime_Push_Result</code>

### 3.20.3 UDP 机械臂状态主动上报

#### 六维力

功能描述	六维力
参数说明	<code>Six_Force.msg</code> float32 force_fx: 沿x轴方向受力大小。 float32 force_fy: 沿y轴方向受力大小。 float32 force_fz: 沿z轴方向受力大小。 float32 force_mx: 沿x轴方向转动受力大小。 float32 force_my: 沿y轴方向转动受力大小。 float32 force_mz: 沿z轴方向转动受力大小。
订阅命令	<code>rostopic echo /rm_driver/UdpSixForce</code>

#### 一维力

功能描述	一维力
参数说明	<code>Six_Force.msg</code> float32 force_fx: 沿x轴方向受力大小。 float32 force_fy: 沿y轴方向受力大小。 float32 force_fz: 沿z轴方向受力大小。(仅该数值有效) float32 force_mx: 沿x轴方向转动受力大小。 float32 force_my: 沿y轴方向转动受力大小。 float32 force_mz: 沿z轴方向转动受力大小。
订阅命令	<code>rostopic echo /rm_driver/UdpSixForce</code>

#### 机械臂错误

功能描述	机械臂错误
参数说明	<code>std_msgs::msg::UInt16</code> uint16 data: 机械臂报错信息。
订阅命令	<code>rostopic echo /rm_driver/ArmError</code>

#### 系统错误

功能描述	系统错误
------	------



参数说明	std_msgs::msg::UInt16 uint16 data: 系统报错信息。
订阅命令	rostopic echo /rm_driver/SysError

#### 关节错误

功能描述	关节错误
参数说明	Joint_Error_Code.msg uint16[] joint_error #每个关节报错信息。
订阅命令	rostopic echo /rm_driver/JointErrorCode

#### 机械臂弧度数据

功能描述	机械臂弧度数据
参数说明	sensor_msgs::msg::JointState builtin_interfaces/Time stamp int32 sec: 时间信息, 秒。 uint32 nanosec: 时间信息, 纳秒。 string frame_id: 坐标系名称。 string[] name: 关节名称。 float64[] position: 关节弧度信息。 float64[] velocity: 关节速度信息。(暂未使用) float64[] effort: 关节受力信息。(暂未使用)
订阅命令	rostopic echo /joint_states

#### 位姿信息

功能描述	位姿信息
参数说明	geometry_msgs::msg::Pose Point position: 机械臂当前坐标信息。 float64 x float64 y float64 z Quaternion orientation: 机械臂当前姿态信息。 float64 x 0 float64 y 0 float64 z 0 float64 w 1
订阅命令	rostopic echo /rm_driver/Pose_State



#### 当前六维力传感器系统外受力数据

功能描述	当前六维力传感器系统外受力数据
参数说明	Six_Force.msg float32 force_fx: 当前传感器沿x轴方向受外力大小。 float32 force_fy: 当前传感器沿y轴方向受外力大小。 float32 force_fz: 当前传感器沿z轴方向受外力大小。 float32 force_mx: 当前传感器沿x轴方向转动受外力大小。 float32 force_my: 当前传感器沿y轴方向转动受外力大小。 float32 force_mz: 当前传感器沿z轴方向转动受外力大小。
订阅命令	rostopic echo /rm_driver/UdpSixZeroForce

#### 当前一维力传感器系统外受力数据

功能描述	当前一维力传感器系统外受力数据
参数说明	Six_Force.msg float32 force_fx: 当前传感器沿x轴方向受外力大小。 float32 force_fy: 当前传感器沿y轴方向受外力大小。 float32 force_fz: 当前传感器沿z轴方向受外力大小。（仅该数据有效） float32 force_mx: 当前传感器沿x轴方向转动受外力大小。 float32 force_my: 当前传感器沿y轴方向转动受外力大小。 float32 force_mz: 当前传感器沿z轴方向转动受外力大小。
订阅命令	rostopic echo /rm_driver/UdpSixZeroForce

#### 系统外受力数据参考坐标系

功能描述	系统外受力数据参考坐标系
参数说明	std_msgs::UInt16 uint16 data: 系统外受力数据的坐标系, 0 为传感器坐标系 1 为当前工作坐标系 2 为当前工具坐标系。该数据会影响一维力和六维力传感器系统外受力数据的参考坐标系
订阅命令	rostopic echo /rm_driver/Udp_Coordinate