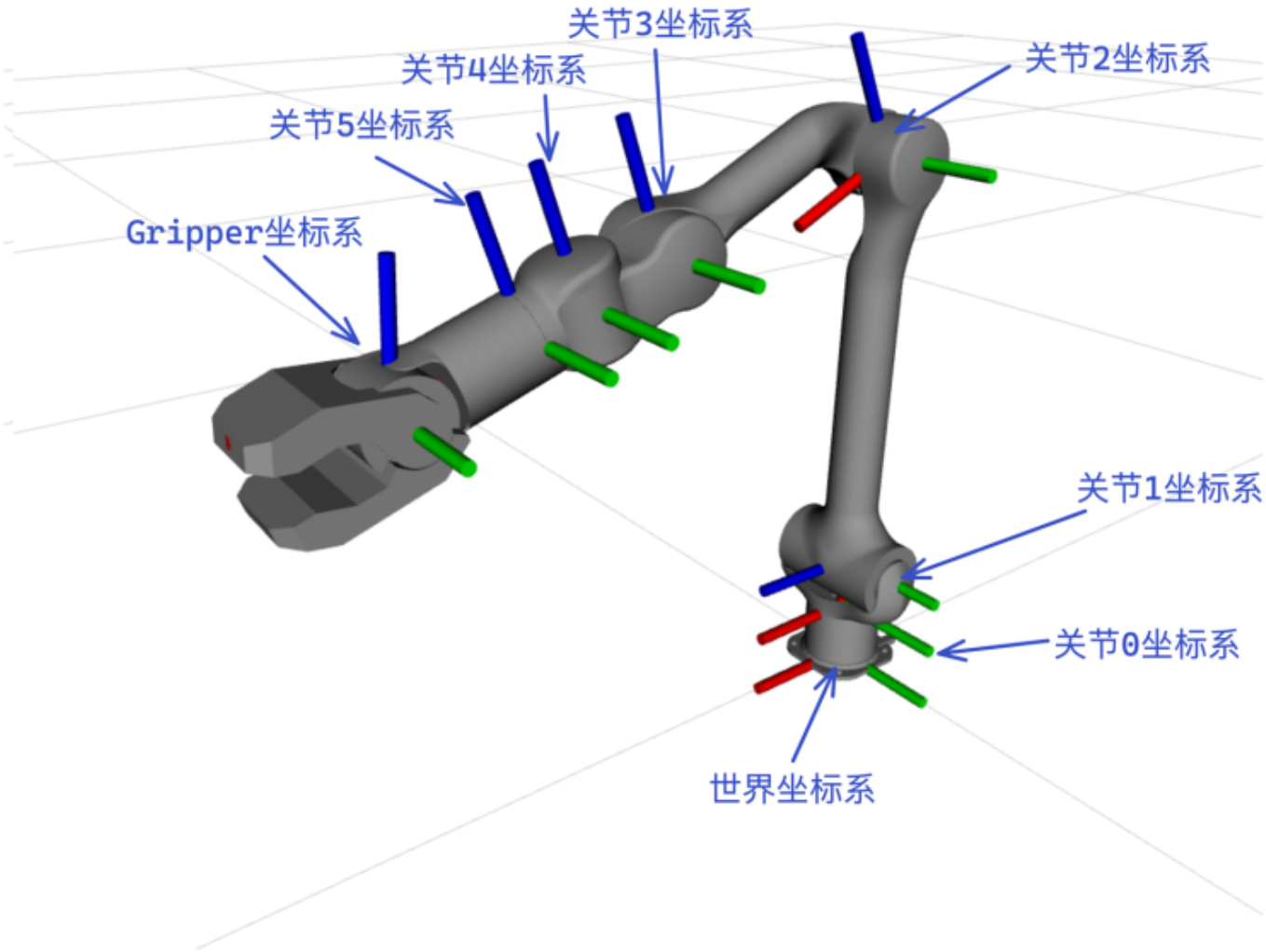
宇树Z1机械臂SDK说明

宇树Z1机械臂SDK说明

关节与坐标系定义



Z1机械臂关节与坐标系定义

Z1机械臂关节与坐标系定义见于图。在控制上，为了和代码中数据结构的索引相对应，定义Z1六轴机械臂的关节序号从0开始。在xacro或urdf文件中则定义Z1机械臂的关节序号从1开始。

const.xacro文件

在z1_ws/src/z1 _description/xacro/const.xacro文件中存放着许多有用的信息，如惯量数据、关节限位、连杆长度等。

惯量数据

```xml
<?xml version="1.0"?>

<robot name="ua63_description" xmlns:xacro="http://www.ros.org/wiki/xacro">

    <!-- Constants for robot dimensions -->
    <xacro:property name="PI" value="3.1415926535897931"/>

    <!-- Link 00 -->
    <xacro:property name="L00_Mass" value="0.34981070"/>
    <xacro:property name="L00_ComX" value="0.0"/>
    <xacro:property name="L00_ComY" value="0.0"/>
    <xacro:property name="L00_ComZ" value="0.02411940"/>
    <xacro:property name="L00_Ixx" value="0.00020017"/>
    <xacro:property name="L00_Ixy" value="0.0"/>
    <xacro:property name="L00_Ixz" value="0.0"/>
    <xacro:property name="L00_Iyy" value="0.00020572"/>
    <xacro:property name="L00_Iyz" value="0.0"/>
    <xacro:property name="L00_Izz" value="0.00024219"/>

    <!-- Link 01 -->
    <xacro:property name="L01_Mass" value="0.56424720"/>
    <xacro:property name="L01_ComX" value="0.0"/>
    <xacro:property name="L01_ComY" value="0.0"/>
    <xacro:property name="L01_ComZ" value="0.02130922"/>
    <xacro:property name="L01_Ixx" value="0.00107984"/>
    <xacro:property name="L01_Ixy" value="0.0"/>
    <xacro:property name="L01_Ixz" value="0.0"/>
    <xacro:property name="L01_Iyy" value="0.00059493"/>
    <xacro:property name="L01_Iyz" value="0.0"/>
    <xacro:property name="L01_Izz" value="0.00073514"/>

    <!-- Link 02 -->
    <xacro:property name="L02_Mass" value="1.16388272"/>
    <xacro:property name="L02_ComX" value="-0.10099523"/>
    <xacro:property name="L02_ComY" value="0.00204329"/>
    <xacro:property name="L02_ComZ" value="0.0"/>
    <xacro:property name="L02_Ixx" value="0.00106401"/>
    <xacro:property name="L02_Ixy" value="-0.00068413"/>
    <xacro:property name="L02_Ixz" value="0.00000257"/>
    <xacro:property name="L02_Iyy" value="0.02278802"/>
    <xacro:property name="L02_Iyz" value="-0.00000457"/>
    <xacro:property name="L02_Izz" value="0.02321652"/>

    <!-- Link 03 -->
```


部分连杆的惯量数据

上图所示为部分关节的惯量信息，该文件中的惯量数据均导出于SolidWorks软件。

关节限位数据

```
    <!-- joint limits -->
    <xacro:property name="jointDamping" value="3.0"/>
    <xacro:property name="jointFriction" value="2.0"/>

    <xacro:property name="torqueMax" value="30.0"/>
    <xacro:property name="velocityMax" value="10"/>
    <xacro:property name="joint1_PositionMin" value="${-PI*150/180}"/>
    <xacro:property name="joint1_PositionMax" value="${PI*150/180}"/>
    <xacro:property name="joint2_PositionMin" value="0.0"/>
    <xacro:property name="joint2_PositionMax" value="${PI}"/>
    <xacro:property name="joint3_PositionMin" value="${-PI}"/>
    <xacro:property name="joint3_PositionMax" value="0.0"/>
    <xacro:property name="joint4_PositionMin" value="${-PI*160/180}"/>
    <xacro:property name="joint4_PositionMax" value="${PI*160/180}"/>
    <xacro:property name="joint5_PositionMin" value="${-PI*90/180}"/>
    <xacro:property name="joint5_PositionMax" value="${PI*90/180}"/>
    <xacro:property name="joint6_PositionMin" value="${-PI*162/180}"/>
    <xacro:property name="joint6_PositionMax" value="${PI*162/180}"/>
    <xacro:property name="Gripper_PositionMin" value="${-PI*90/180}"/>
    <xacro:property name="Gripper_PositionMax" value="0.0"/>
```

关节1限位：-150度 ～ 150度

关节2限位：0度 ～ 180度

关节3限位：-180度 ～ 0度

关节4限位：-160度 ～ 160度

关节5限位：-90度 ～ 90度

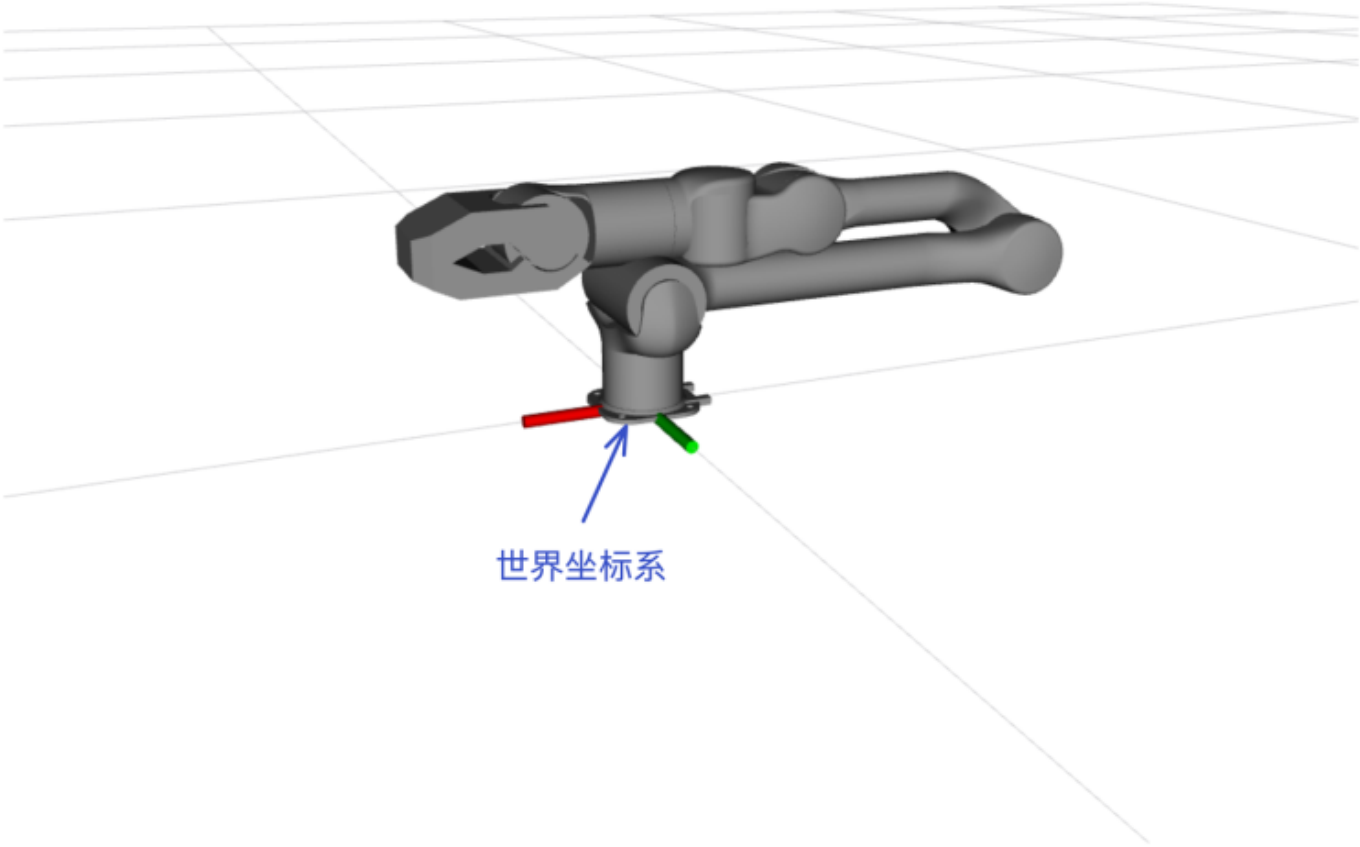
关节6限位：-162度 ～ 162度

夹爪限位：-90度 - 0度

机械臂各关节限位数据

savedArmStates.csv文件

savedArmStates.csv的文件路径为z1_ws/src/z1_controller/config/savedArmStates.csv，该文件存储着许多预定义关节角度，我们给每一组预定义关节角度赋予一个标签名(label)，机械臂控制程序会在需要的时候按照给定的标签名查询对应的关节角度，并驱动机械臂各关节运动到预定义的关节角度。如在有限状态机中介绍的“回到初始位置”状态机，会读取savedArmStates.csv中的startFlat标签名。下图是机械臂根据startFlat运动后的状态。



startFlat 状态展示

硬件连接

参阅 宇树Z1机械臂用户手册V1.1.pdf (483 KB)

SDK

SDK包 z1_sdk_usr_byZhai_220602.zip (19.6 MB)

环境搭建及SDK编译使用参阅SDK包中README文件。

有限状态机

机械臂的一个状态机，即对应着一个功能。z1机械臂的状态机说明如下表格：

- FSM(finite-state machine)

State	Keyswitch	Switchable
BACKTOSTART	~	1 2
PASSIVE	1	~ 2 3 =
JOINTCTRL	2	~ 1 3 4 5 6 7 8 9 0 -
CARTESIAN	3	~ 1 2 4 5 6 9
MoveJ	4	~ 1 2 3 5 6 9
MoveL	5	~ 1 2 3 4 6 9
MOVEC	6	~ 1 2 3 4 5 9
TEACH	7	~ 1 2
TEACHREPEAT	8	automatically switches to 2
SAVESTATE	9	automatically switches to 2
TOSTATE	0	automatically switches to 2
TRAJECTORY	-	~ 1 2
CALIBRATION	=	automatically switches to 2
NEXT	]	next state

- Key **~** (BACKTOSTART) : All motors return to initial positions
- Key **1** （PASSIVE）: All motor enter passive state(The state of the Z1 startup)
- Key **2** （ JOINTCTRL）:

Joint ID	0	1	2	3	4	5	Gripper
Keyboard	Q/A	W/ S	D/ E	R/F	T/G	Y/H	up/down
Joint Action (right hand)	positive /negative	positive /negative	positive /negative	positive /negative	positive /negative	positive /negative	positive /negative

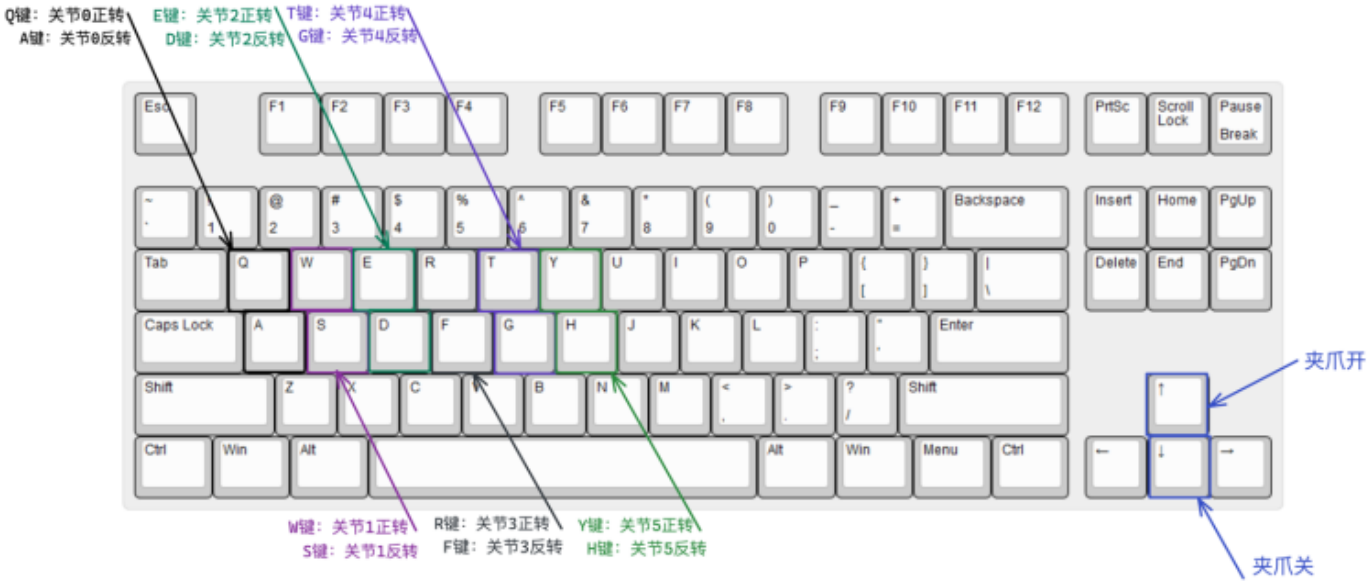
- Key **3** （CARTESIAN）: The reference coordinate system is cartesian

Keyboard	Q/A	W/S	E/D	R/F	T/G	Y/H
Key Function	forward /backward	right /left	up /down	roll (right hand)	pitch (right hand)	yaw (right hand)

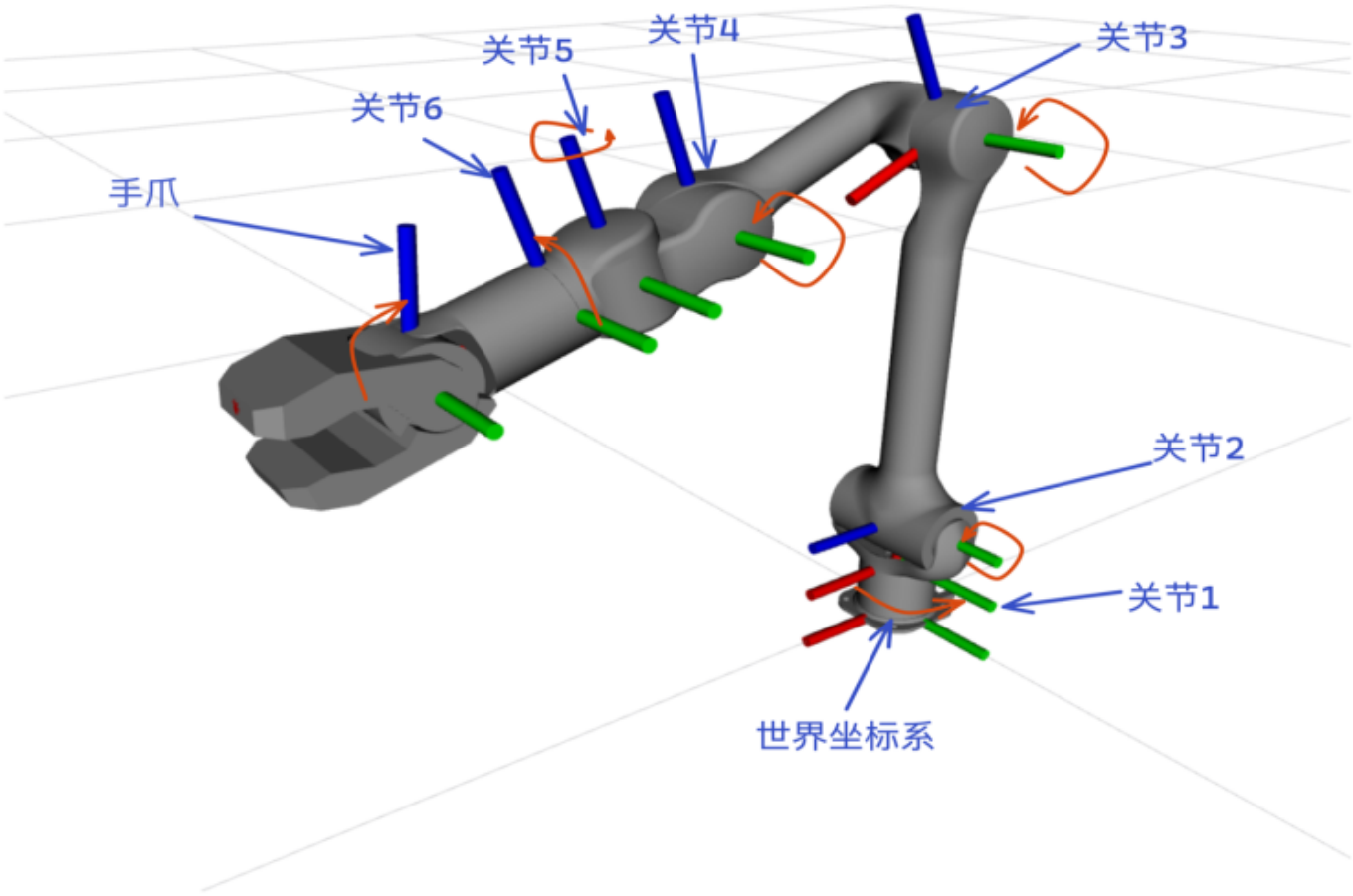
- Key **4** （MoveJ）: Enter the desired end pose（roll pitch yaw x y z）——The Z1 joint rotate to the joint target point（After Z1 arrived the target point, it automatically switches to the joint space control state）
- Key **5** （MoveL）: Enter the desired end pose（roll pitch yaw x y z）——The Z1 follows the generated straight trajectory to the target point（After Z1 arrived the target point, it automatically switches to the joint space control state）
- Key **6** （MoveC）: Enter the desired middle and end pose（roll pitch yaw x y z）——The Z1 follows the generated arc trajectory to the target point（After Z1 arrived the target point, it automatically switches to the joint space control state）
- Key **7** （TEACH）: Enter the teaching trajectory label —— Drag Z1 —— Press Key2 to complete teaching
- Key **8** （TEACHREPEAT）: Enter the saved teaching trajectory label—— Z1 repeate the teaching trajectory
- Key **9** （SAVESTATE）: Enter the current pose label —— Z1 automatically switches to the joint space control state
- Key **0** （TOSTATE）: Enter the pose label to save（After Z1 arrived the target point, it automatically switches to the joint space control state）
- Key **-** （TRAJECTORY）: Z1 repeats in a written trajectory
- Key **=** （CALIBRATION）: Set the current position as the initial position, and enter the joint space control state after setting
- Key **]** （NEXT）: Enter next state, used to debug joystick control

关节空间速度控制

在关节空间速度控制中，可以通过键盘直接地给定机械臂6个关节运动的速度，进而控制机械臂的运动。需要再次说明的是，所有关节坐标系均是右手系，在使用前需要注意各关节的正反转运动趋势，以确保安全操作。



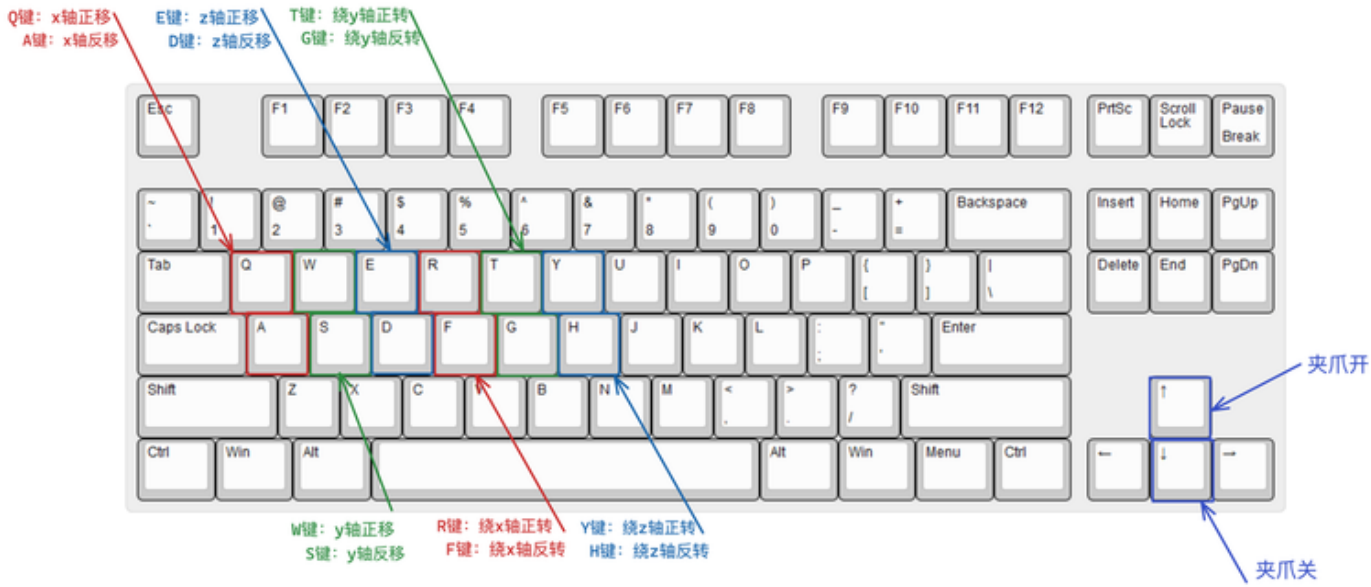
关节空间速度控制按键图示



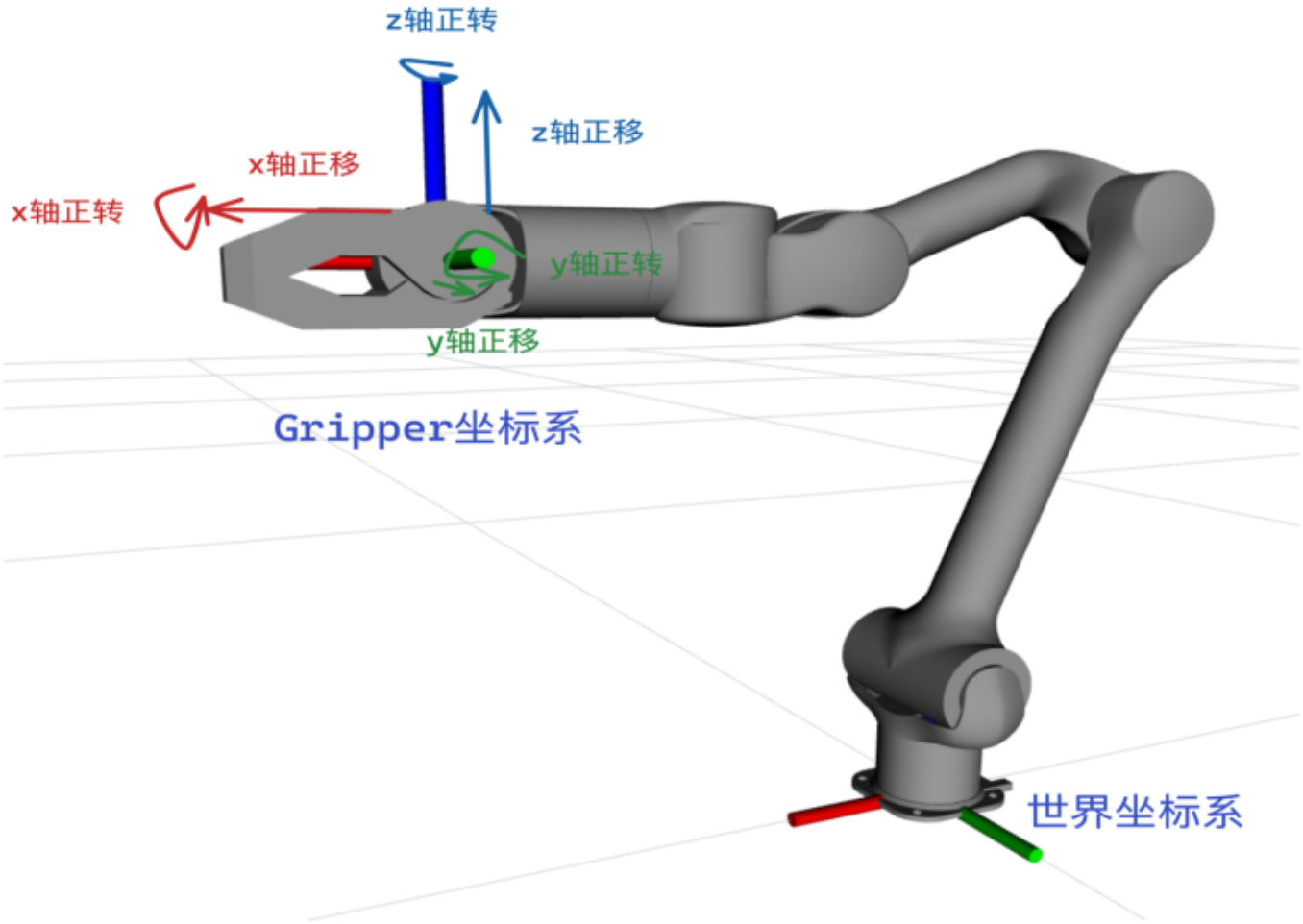
关节空间速度控制图示

笛卡尔空间速度控制

在笛卡尔空间控制中，可以直接地通过键盘或手柄给定机械臂末端的期望位置与姿态的运动速度，进而控制机械臂的运动。默认将gripper坐标系作为机械臂末端控制参考系，如下图所示。



笛卡尔空间速度控制按键图示例



笛卡尔空间速度控制图示

常见异常、报错

3a5107f8c8b1.png&title=%E5%AE%87%E6%A0%91Z1%E6%9C%BA%E6%A2%B0%E8%87%82SDK%E8%A