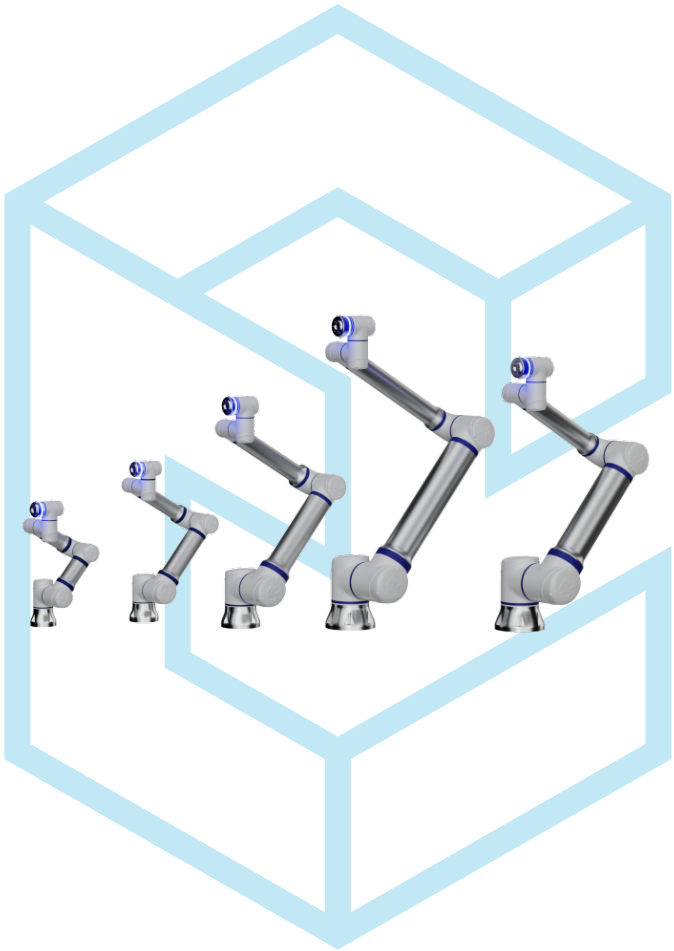
ELITE ROBOTS
艾利特机器人

ELITE ROBOTS CS系列
脚本手册



脚本手册

苏州艾利特机器人有限公司

2024-11-05

版本：Ver2.13.0

使用前请仔细阅读本手册

此版本用户手册对应产品版本信息请见本手册版本信息章节，使用前请仔细核对实际产品版本信息，确保一致。

本手册会定期进行检查和修正，更新后的内容将出现在新版本中。本手册中的内容或信息如有变更, 恕不另行通知。

苏州艾利特机器人有限公司对本手册中可能出现的任何错误概不负责。

苏州艾利特机器人有限公司对因使用本手册及其中所述产品而引起的意外或间接伤害概不负责。

安装、使用产品前，请阅读本手册。

请保管好本手册，以便可以随时阅读和参考。

本说明书图片仅供参考，请以收到的实物为准。

目录

第 1 章 EliteScript 编程语言

1.1 简介

艾利特机器人提供两种编程方式：图形化编程和脚本编程。图形化编程采用艾利特机器人示教器界面完成，快速实现点位的示教与编辑；脚本编程则是底层的编程语言，既可通过图形化界面编程也可以通过文本编辑器编程。图形化程序在发送给控制器执行之前，会先解析成脚本语言，进而由控制器解释执行；图形化程序可以包含脚本语言，反之则不行。

EliServer 是控制器中的底层控制程序。用户界面 EliRobot 通过 TCP/IP 协议与 EliServer 连接，并将图形界面生成的脚本程序发送给 EliServer 来运行。对于外部设备中的脚本程序也可以通过 TCP/IP 接口连接到 EliServer 上，从而控制机器人的运行（需开启远程模式）。

EliteScript 是艾利特机器人脚本编程语言，像任何其他编程语言一样，EliteScript 也有变量、类型、控制流语句、函数等。此外，EliteScript 有许多内置变量和函数，可监视并控制机器人的输入/输出和运动。

1.2 表述约定

```
1 instruction(para1, para2=default_value2,..., <paraM=valuem, paraL=
    valueL | paraK=valueK>, paraN= default_valueN)
```

其中：

paraX=default_valueX 表示这是可选参数，若未指定则用默认值，若 default_valueX 为单引号引用的斜体 (Italic)，则代表是特殊含义，例如‘current_joint_positions’代表当前关节角；

| 代表是互斥的参数。

1.3 EliteScript 脚本

EliteScript 与 Python 语言相似，但也有一些与机器人相关的指令和特定数据类型以及使用方法，本章节中选取了部分较为常用的变量类型、语法规则以及 EliteScript 中定制化的语法、关键字、线程等功能的介绍。如果在本章节未涉及的数据类型、语法规则等编程规则，均可以参考 Python 语言默认的编程规则直接进行使用。

1.3.1 数据类型

EliteScript 支持 Number、String、List、Tuple、Dictionary 通用 Python 数据类型，同时也支持 Joint 以及 Pose 等定制的数据类型。

1.3.1.1 Number（数字）

不可改变的数据类型

当其类型被改变时，将会赋值给一个新的对象。当对变量赋予了数值后，这个对象就会被创建，可通过 del 语句删除对这些对象的引用。

脚本支持的数字类型

表 1-1 . 脚本支持的数字类型

类型	备注
int	有符号整型，如 0x69，10
boolean	布尔型，如 True、False
float	浮点型，如 70.2E-12
complex	复数，如 4.53e-7j

1.3.1.2 String（字符串）

字符串由数字、字母、下划线组成。

字符串截取

脚本中字符串从左至右截取：索引范围（0，长度1），从右至左截取（1，字符串开头）

脚本中不存在单字符

脚本中即使有单字符，也会被当作字符串处理。

脚本转义字符

表 1-2. 脚本转义字符

字符	描述
\	出现在行尾时表现为续行符，出现在行中时，用于“翻译”特殊字符表示特殊含义，如下面选项所示
\\	反斜杠符号
\’	单引号
\”	双引号
\a	响铃
\b	退格 (Backspace)
\e	转义
\000	空
\n	换行
\v	纵向制表符
\t	横向制表符
\r	回车
\f	换页
\oyy	八进制数，yy 代表的字符，例如：\o12 代表换行
\xyy	十六进制数，yy 代表的字符，例如：\x0a 代表换行
\other	其它的字符以普通格式输出

1.3.1.3 List（列表）

列表数据结构使用非常频繁，支持数字、字符、字符串甚至列表的集合结构。

增加或删除列表元素

直接重新赋值给根据索引值取出的值，或通过 append（）函数来添加；

通过 del 语句删除列表项，如：dellist1[2]。

列表的脚本操作符

和对字符串的操作类似。

表 1-3 . 列表的脚本操作符

方法	结果	描述
len([1,2,3])	3	长度
[1,2,3] + [4,5,6]	[1,2,3,4,5,6]	组合
['Hi!'] * 4	['Hi!','Hi!','Hi!','Hi!']	重复
3 in [1,2,3]	True	判断元素是否存在于列表中
for x in [1,2,3]: print x	1 2 3	迭代

列表的截取

表 1-4 . 列表的截取

方法	结果	描述
L[2]	'CS612'	读取列表中第三个元素
L[-2]	'CS66'	读取列表中倒数第二个元素
L[1:]	['CS66','CS612']	从第二个元素开始截取列表

注：L 列表 ['CS63','CS66','CS612']

脚本中列表的函数及方法

脚本包含以下函数：

表 1-5 . 脚本中列表的函数

方法名称	描述
len(list)	列表元素个数
max(list)	返回列表元素最大值
min(list)	返回列表元素最小值
list(seq)	将元组转换为列表

脚本包含以下方法：

表 1-6 . 脚本中列表的方法

方法名称	描述
list.append(obj)	在列表末尾添加新的对象
list.count(obj)	统计某个元素在列表中出现的次数
list.extend(seq)	在列表末尾一次性追加另一个序列中的多个值（用新列表扩展原来的列表）
list.index(obj)	从列表中找出某个值第一个匹配项的索引位置
list.insert(index,obj)	将对象插入列表
list.pop(obj=list[-1])	移除列表中的一个元素（默认最后一个元素），并且返回该元素的值
list.remove(obj)	移除列表中某个值的第一个匹配项
list.reverse()	反向列表中元素
list.sort([func])	对原列表进行排序

1.3.1.4 Tuple（元组）

与列表的区别

类似列表，但列表用 [ ] 标识，元组用 () 标识，并且列表元素可二次赋值，但元组元素不能。

元组的创建

创建空元组：tuple（）。

创建只有一个元素的元组：tuple（a,），必须要在元素后加逗号。

元素的访问

虽然创建时用（）包含，但是在访问单个元素时，与列表一样，通过 [索引号] 来访问。

删除元组

元组中的单个元素不能被删除，但是元组可以通过 del 语句整个删除。

元组运算符（同列表）

任意无符号的对象，以逗号隔开，默认为元组（无关闭分隔符）

元组内置函数

表 1-7. 元组内置函数

方法	描述
len(tuple)	计算元组元素个数。
max(tuple)	返回元组中元素最大值。
min(tuple)	返回元组中元素最小值。
tuple(seq)	将列表转换为元组。

1.3.1.5 Dictionary（字典）

与列表的差别

列表是有序对象集合，字典是无序对象结合。字典中的元素通过 Key 来获取，而列表中的元素通过位移来获取。

字典的定义

下面是两种定义字典的方法，两种方法都与列表的定义方法类似。

```
1 dict={}
2 dict['one']="This is one"
3 dict[2]="This is two"
4 tinydict={'name':'john','code':6734,'dept':'sales'}
```

数据类型的转换

表 1-8 . 数据类型的转换

方法	描述
int(x [,base])	将 x 转换为一个整数
float(x)	将 x 转换到一个浮点数
complex(real [,imag])	创建一个复数
str(x)	将对象 x 转换为字符串
repr(x)	将对象 x 转换为表达式字符串
eval(str)	用来计算在字符串中的有效 Python 表达式，并返回一个对象
tuple(s)	将序列 s 转换为一个元组
list(s)	将序列 s 转换为一个列表
set(s)	转换为可变集合
dict(d)	创建一个字典。d 必须是一个序列 (key,value) 元组。
frozenset(s)	转换为不可变集合
chr(x)	将一个整数转换为一个字符
unichr(x)	将一个整数转换为 Unicode 字符
ord(x)	将一个字符转换为它的整数值
hex(x)	将一个整数转换为一个十六进制字符串
oct(x)	将一个整数转换为一个八进制字符串

1.3.2 变量

EliteScript 脚本语言，根据变量的作用域不同，将变量区分为局部变量与全局变量两种类型，脚本中定义的带有 global 关键字的全局变量会出现在 EliRobot 的变量监视页面。

1.3.2.1 全局变量

定义全局变量时，请用 global 关键字进行定义。

1.3.2.2 局部变量

定义在函数内则为局部变量，只能在相应的代码块内使用。

```
# 定义全局变量
global total
total=0


# 可写函数说明
def sum(arg1,arg2): #返回2 个参数的和
   total=arg1 + arg2 # total 在这里是局部变量
   print("函数内是局部变量 : ",total)
   return(total)


#调用sum 函数
sum(10,20);
print("函数外是全局变量 : ",total)
```

在上面的例子中，在函数内部，total 是局部变量，而在外部 total 是全局变量，局部变量的改变不会改变全局变量的值，因此第一个打印结果是 30，而第二个是 0。

1.3.3 条件与循环语句

1.3.3.1 条件语句

脚本语言不支持 switch 语句，因此判断结果对应多种执行方式时，只能用 elif 或多层嵌套 if 语句来实现。

```
num=5
if num==3:    #判断num 的值
    print('boss')
elif num==2:
    print('user')
elif num==1:
    print('worker')
```

1.3.3.2 循环语句

脚本语言中没有 do while 循环，支持的循环语句如下所示。

表 1-9 . 循环语句

循环	描述
while 循环	在给定的判断条件为 true 时执行循环体，否则退出循环体。
for 循环	重复执行语句
嵌套循环	可以在 while 循环体中嵌套 for 循环（for 中也可以嵌套 for）

循环控制语句：

表 1-10 . 循环控制语句

控制语句	描述
break 语句	在语句块执行过程中终止循环，并且跳出整个循环。
continue 语句	在语句块执行过程中终止当前循环，跳出该次循环，执行下一次循环。
pass 语句	pass 是空语句，是为了保持程序结构的完整性。

pass 语句在函数中的作用

在编写一个程序时，如果执行语句部分思路还没有完成，这时可以用 pass 语句来占位，也可以当做是一个标记，是要过后来完成的代码。比如下面这样：

```
1 def test():
2   pass
3 end
```

定义一个函数 test，但函数体部分暂时还没有完成，又不能空着不写内容，因此可以用 pass 来替代占个位置。

pass 语句在循环中的作用

pass 也常用于为复合语句编写一个空的主体，比如想在一个 while 语句的无限循环，使之每次迭代不需要任何操作，可以这样写：

```
while True:
  pass
end
```

以上只是举个例子，现实中最好不要写这样的代码，因为执行代码块为 pass 也就是空什么也不做，这时 python 会进入死循环。

pass 语句用法总结

1. 空语句，什么也不做；
2. 在特别的时候用来保证格式或是语义的完整性。

While 循环（可在循环中使用 else 语句）

\# continue 和 break 用法：

```
i=1
while i<10:
  i+=1
  if i%2>0: # 非双数时跳过输出
    continue
  print(i) # 输出双数2、4、6、8、10
end


i=1
while 1: # 循环条件为1 必定成立
  print(i) # 输出1~10
  i+=1
  if i>10: # 当i 大于10 时跳出循环
    break
end
```

在循环中使用 else 语句，即当条件不满足之后，结束循环，执行 else 语句。

```
count=0
while count <5:
  print(count," is less than 5")
  count=count +1
else:
  print(count," is not less than 5")
```

for 循环（可在循环中使用 else 语句）

可以通过直接取值迭代，也可以通过序列索引迭代。

取值迭代：

```
for letter in 'Python': # 逐个输出字符串中的字符，每次输出的字符都被临时定义为letter（定义名称可以换成其他任意名称）
  print('当前字母 :',letter)


fruits=['banana','apple','mango']
for fruit in fruits: # 逐个输出列表中的元素，每次输出的元素都被临时定义为fruit（定义名称可以换成其他任意名称）
  print('当前水果 :',fruit)
print("Good bye!")
```

索引迭代：

```
fruits=['banana','apple','mango']
#通过len（）函数获得列表的长度，通过range（）函数获得了一个值不超过长度-1 的索引序列
for index in range(len(fruits)):
  print('当前水果 :',fruits[index])
  print("Good bye!")
```

1.3.4 函数定义

1.3.4.1 函数定义

```
# 标准函数定义
def mult(a,b):
  return a*b
end


# 带有默认参数的函数定义
def add(a=3,b=3):
  return a+b
```

```
end


# 注意：end 为EliteScript 的特殊关键字，代表的块结束，但并不是必要的关键字，使用过程中，也可以使用标准的Python 语法定义函数。
```

1.3.4.2 函数调用方法

```
ret_mult=mult(2,4)


#调用带有默认参数的函数定义，可以不进行传参
ret_add=add()
```

1.3.4.3 调用函数时的参数使用规则

必备参数

必须与函数声明时一致的顺序来传递参数。

关键字参数

传参数时可与函数声明的顺序不一样，因为脚本解释器可以用参数名来匹配参数值。

缺省参数

传入参数时未给参数赋值，则保持默认值。

```
#可写函数说明
def printinfo(name,age=35):
   print("Name: ",name) # 打印任何传入的字符串
   print("Age ",age)
   return;


#调用printinfo 函数
printinfo(age=50,name="miki")# 此处使用了关键字参数，所以可以与声明的顺序不同
printinfo(name="miki") # 此处age 没有输入值，则输出默认值35。
```

不定长参数（也就是包含非必备参数的参数定义）

当不确定会传入参数的个数时，可以对不需要输入的参数名前面加“*”号，按顺序输入时进行对应即可。

```
def printinfo(arg1,*vartuple):
print("输出: ",arg1) #"打印任何传入的参数"
  for var in vartuple:
      print var
  return


# 调用printinfo 函数
printinfo(10)
printinfo(70,60,50)
```

1.3.5 线程使用

脚本语言支持用户创建线程的功能，用户可以通过创建线程实现复杂的机器人控制逻辑。

1.3.5.1 创建和关闭线程的方法

```
# 定义线程函数，定义方式与普通函数相同
def thread_add_func(a,b):
  c=a + b
  print(c)
  return c
end


# 运行线程函数，此线程函数会被异步执行。start_thread 函数的返回值为线程句柄，可以在停止线程运行时使用。
thread_handler=start_thread(thread_add_func,(1,3))


# 停止线程函数运行，stop_thread 函数的参数值为运行线程时返回的句柄。
stop_thread(thread_handler)
```

1.3.5.2 使用线程功能时的注意事项

- 系统中支持同时运行的最大线程数为 15 个；
- 主线程内创建的线程会在主线程停止运行时自动被结束；
- 启动线程函数时，可以传递参数；
- 线程函数内部的返回值，无法从线程外部访问到；
- 线程内部调度遵循 C Python API 标准调度；
- 子线程或主线程内的循环语句，请避免无 sleep 的死循环，此种操作可能会影响系统整体性能。

1.3.6 次任务介绍

用户可以在任务运行过程中，链接 30001 端口，通过向控制系统发送 sec 脚本指令，动态地设置和获取当前运行任务中存在的全局变量数据。如遇任务运行异常，将触发报警，报警内容将以 [SEC] Exception: 为开头，并以警告日志的形式出现在控制器的日志栏中，方便用户查看。

sec 脚本表示次任务，必须以 sec 字符开头，其用法与 Python 中的 def 关键字相同。sec 脚本中存在主任务脚本程序，与 def 脚本相同，可通过 TCP/IP 连接，直接发送至 30001 端口。sec 脚本可以与主任务脚本同时执行，其脚本格式与主任务脚本格式相同。sec 脚本不支持类似 sleep、socket、与串口相关的超时参数。

用户需注意以下事项：

- 运行异常并不会停止正在运行的任务；
- 执行 sec 脚本时，请勿超时操作、长时间运行等，否则可能会出现无法预料的后果。

```
1 sec setDigitalOut():
2   set_configurable_digital_out(1, True)
3 end
```

第 2 章 运动指令

2.1 MOVE 相关指令

这一部分主要介绍 MOVE 相关的指令。

2.1.1 关节运动

```
movej(q, <a=0, v=0|t=0>, r=0)
```

功能： 该指令用于关节运动，即通过该指令可以将机器人移动到位置 q，使用该指令时，机器人必须处于停止状态，或者是 movej 和 movel 的转接状态。

参数： q：目标点的关节位置（可使用逆运动学函数将笛卡尔空间坐标系转换为关节空间坐标系后输入），格式为 [Base,Shoulder,Elbow,Wrist1,Wrist2,Wrist3]，list 型数据，单位为 rad；
a：关节加速度，单位 rad/s^2，float 型数据；
v：关节速度，单位 rad/s，float 型数据；
t：时间，单位 s，float 型数据；
r：交融半径，单位 m，float 型数据。

返回值： 无

示例：
```
movej([0.57636,-1.01469,-2.04816,-1.29723,1.5708,-0],a=1.4,v
    =1.05,t=0,r=0)
```

2.1.2 圆弧运动

```
movec(pose_via, pose_to, a=0, v=0, r=0, mode=0)
```

功能： 该指令用于圆弧轨迹运动指令，即从当前位置起始经过 pose_via 中间点到达 pose_to 目标点。当加速到恒定的工具速度 v 后，然后以此速度运动。

参数： pose_via：中间点的工具位姿（可使用正运动学函数将关节空间坐标转化为笛卡尔空间坐标后输入），格式为 [x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad；
pose_to：目标点的工具位姿（可使用正运动学函数将关节空间坐标转化为笛卡尔空间坐标后输入），格式为 [x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad；
a：工具加速度，单位 m/s^2，float 型数据；
v：工具速度，单位 m/s，float 型数据；
r：交融半径，单位 m，float 型数据；
mode：圆弧模式（0 为固定模式，其他值为无约束模式，不写默认为 0），integer 型数据。

返回值： 无

示例：
```
movec([0.41951,-0.16,0.25745,-3.11757,-0,-1.5708],
[0.41951,-0.00562,0.25745,-3.11757,0,-1.5708],a=1.4,v=1.05,r=0,
    mode=0)
```

2.1.3 直线运动

```
movel(p, <a=0, v=0|t=0>, r=0)
```

功能： 该指令用于直线运动指令，即通过该指令可以将机器人移动到位置 p，使用该指令时，机器人必须处于停止状态，或者是 movej 和 movel 的转接状态。

参数： p：目标点的工具位姿（可使用正运动学函数将关节空间坐标转化为笛卡尔空间坐标后输入），格式为 [x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad；
a：工具加速度，单位 m/s^2，float 型数据；
v：工具速度，单位 m/s，float 型数据；
t：时间，单位 s，float 型数据；
r：交融半径，单位 m，float 型数据。

返回值： 无

示例：
```
movel([0.41951,-0.16,0.25745,-3.11757,-0,-1.5708],a=1,v=1.05,t
    =0,r=0.03)
```

2.1.4 获取实际关节角位置

```
get_actual_joint_positions()
```

功能： 该指令用于获取所有关节的实际关节角位置。实际关节角位置以弧度为单位，并以长度为 6 的矢量返回。

参数： 无

返回值： list 型数据：[Base,Shoulder,Elbow,Wrist1,Wrist2,Wrist3]，以弧度为单位的当前实际关节角位置。

示例：
```
global j
j=get_actual_joint_positions()
print(j)
返回值：当前关节角位置
```

注意： 输出可能不同于 get_target_joint_positions() 的输出，尤其是加速和重负载时。

2.1.5 获取实际关节速度

```
get_actual_joint_speeds()
```

功能： 该指令用于获取所有关节的实际关节速度。实际关节速度以 rad/s 为单位，并以长度为 6 的矢量返回。

参数： 无

返回值： list 型数据：[Base,Shoulder,Elbow,Wrist1,Wrist2,Wrist3]，以 rad/s = 为单位的当前实际关节速度。

示例：
```
global b
b=get_actual_joint_speeds()
print(b)
返回值：当前关节速度
```

注意： 输出可能不同于 get_target_joint_speeds() 的输出，尤其是加速和重负载时。

2.1.6 获取当前 TCP 位姿

```
get_actual_tcp_pose()
```

功能： 该指令用于获取当前 TCP 位姿。返回 6D 位姿——6D 位姿表示基架中规定的工具位置和方位。此姿态的计算基于实际机器人编码器读数。

参数： 无

返回值： 当前实际 TCP 的位姿，格式为 [x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad。

示例：
```
global b
b=get_actual_tcp_pose()
print(b)
返回值：当前工具TCP位姿
```

2.1.7 获取当前 TCP 速度

```
get_actual_tcp_speed()
```

功能： 该指令用于获取当前 TCP 速度。返回长度为 6 的速度列表，列表前三个数值是 TCP 的 x、y、z 三个方向上的速度分量，后三个数值表示当前 TCP 姿态的旋转轴方向。

参数： 无

返回值： 当前实际 TCP 速度矢量，格式为 [Vx,Vy,Vz,RVx,RVy,RVz]，list 型数据，其中 Vx、Vy、Vz 表示 TCP 的 x、y、z 三个方向上的速度分量，单位为 m/s，RVx、RVy、RVz 表示当前 TCP 姿态的旋转轴方向（基坐标系下），其模长 |rvx, rvy, rvz| 表示绕旋转轴的速度，单位为 rad/s。

示例：
```
get_actual_tcp_speed()
返回值：当前实际TCP 速度矢量
```

2.1.8 获取控制柜主板温度

```
get_controller_temperature()
```

功能： 该指令用于获取控制柜主板温度。

参数： 无

返回值： float 型数据，控制柜主板温度，单位：摄氏度。

示例：
```
get_controller_temperature()
返回值：控制柜主板温度，单位：摄氏度
```

2.1.9 获取机器人关节温度

```
get_joint_temperatures()
```

功能： 该指令用于获取机器人所有关节的温度。

参数： 无

返回值： list 型数据：[Base,Shoulder,Elbow,Wrist1,Wrist2,Wrist3]，所有关节的温度，单位：摄氏度。

示例：
```
get_joint_temperatures()
返回值：所有关节的温度，单位：摄氏度
```

2.1.10 获取关节力矩

```
get_joint_torques()
```

功能： 该指令用于获取所有关节的力矩，单位：Nm；
关节力矩——通过所需的力矩校正使机器人自身移动（重力、摩擦力等），以长度为 6 的矢量返回。

参数： 无

返回值： list 型数据，关节力矩矢量。

示例：
```
global l
l=get_joint_torques()
print(l)
返回值：1 到6 轴的关节力矩
```

2.1.11 获取目标关节角位置

```
get_target_joint_positions()
```

功能： 该指令用于获取所有关节目标关节角位置；目标关节角位置以 rad 为单位，并以长度为 6 的矢量返回。

参数： 无

返回值： list 型数据，以 rad 为单位的当前目标关节角位置：[Base,Shoulder,Elbow,Wrist1,Wrist2,Wrist3]。

示例：
```
get_target_joint_positions()
返回值：1到6轴的关节目标关节角位置
```

注意： 输出可能不同于 get_actual_joint_positions() 的输出，尤其是加速和重负载时。

2.1.12 获取目标关节速度

```
get_target_joint_speeds()
```

功能： 该指令用于获取所有关节的目标关节速度。目标关节速度以 rad/s 为单位，并以长度为 6 的矢量返回。

参数： 无

返回值： list 型数据：[Base,Shoulder,Elbow,Wrist1,Wrist2,Wrist3]，以 rad/s 为单位的目标关节速度。

示例：
```
get_target_joint_speeds()
返回值：目标关节速度
```

2.1.13 获取当前目标工具姿态

```
get_target_tcp_pose()
```

功能： 该指令用于获取当前目标工具姿态。返回 6D 姿态，6D 姿态表示基架中规定的工具位置和方位。此姿态的计算基于当前目标关节位置。

参数： 无

返回值： 当前目标 TCP 矢量：[x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad。

示例：
```
get_target_tcp_pose()
返回值：当前目标TCP矢量
```

2.1.14 获取目标 TCP 速度

```
get_target_tcp_speed()
```

功能： 该指令用于获取目标 TCP 速度。返回长度为 6 的速度列表，列表前三个数值是 TCP 的 x、y、z 三个方向上的速度分量，后三个数值表示当前 TCP 姿态的旋转轴方向。

参数： 无

返回值： 目标 TCP 速度矢量，格式为 [Vx,Vy,Vz,RVx,RVy,RVz]，list 型数据，其中 Vx、Vy、Vz 表示 TCP 的 x、y、z 三个方向上的速度分量，单位为 m/s，RVx、RVy、RVz 表示当前 TCP 姿态的旋转轴方向（基坐标系下），其模长 |rvx, rvy, rvz| 表示绕旋转轴的速度，单位为 rad/s。

示例：
```
get_target_tcp_speed()
返回值：目标TCP速度矢量
```

2.1.15 设置加速方向

```
set_gravity(d)
```

功能： 该指令用于设置机器人经历的加速方向。机器人安装座固定好时，这对应于远离地面中心的加速度。

参数： d：3D 矢量，描述了相对于机器人基座的重力方向，list 型数据。

返回值： 无

示例：
```
set_gravity([0,9.82 * sin(theta),9.82 * cos(theta)])
说明：设置机器人重力加速度方向为绕机器人基坐标系X轴旋转theta弧度。
```

2.1.16 设置有效负载的质量、重心及转动惯量

```
set_payload(m, CoG, inertia=[0,0,0,0,0,0])
```

功能： 该指令用于设置机器人有效负载的质量、重心和转动惯量；
机器人的有效负载发生明显的改变时（比如拿起或放下较重的工件），需要调用该函数设置新的有效负载信息。

参数： m：有效负载的质量，float 型数据：范围不小于 0，不大于当前型号机器人最大标称负载，单位：kg；
CoG：有效负载的重心坐标（相对于法兰盘坐标系），list 型数据：[CoGx,CoGy,CoGz]，单位：m；
inertia：有效负载的转动惯量，可选参数，list 型数据：[Ixx,Iyy,Izz,Ixy,Ixz,Iyz]，单位：kg/m^2。

返回值： 无

示例：
```
set_payload(1,[0,0,0.12],[0,0,0,0,0,0])
```

2.1.17 获取当前有效负载的重心坐标

```
get_target_payload_cog()
```

功能： 该指令用于获取机器人当前负载重心坐标，单位：m。

参数： 无

返回值： list 型数据，[CoGx,CoGy,CoGz]。

示例：
```
get_target_payload_cog()
返回值：重心坐标
```

2.1.18 获取当前有效负载的质量

```
get_target_payload_mass()
```

功能： 该指令用于获取机器人当前有效负载的质量。

参数： 无

返回值： float 型数据，以 kg 为单位的质量。

示例：
```
get_target_payload_mass()
返回值：机器人当前有效负载的质量
```

2.1.19 设置工具中心点坐标和姿态

```
set_tcp(pose)
```

功能： 该指令用于设置机器人工具中心点的坐标和姿态。

参数： pose：描述变换的一种姿态。[x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad。

返回值： 无

示例：
```
set_tcp([0,0,0.05,0,0.1,0.1])
```

2.1.20 设置编码器

```
encoder_enable_set_tick_count(encoder_index, range_id)
```

功能： 该指令用于设置一个能够通过 encoder_set_tick_count 函数更新滴答计数的编码器。

参数： encoder_index：编码器的序号，必须是 0 或者 1，integer 型数据；
range_id：译码器的序号：用于指定编码器的范围，integer 型数据。需要为编码器选择合适的范围：
0 是一个 32 位有符号的译码器，范围是 [-2147483648 : 2147483647]；
1 是一个 8 位无符号的译码器，范围是 [0 : 255]；
2 是一个 16 位无符号的译码器，范围是 [0 : 65535]；
3 是一个 24 位无符号的译码器，范围是 [0 : 16777215]；
4 是一个 32 位无符号的译码器，范围是 [0 : 4294967295]，integer 型数据。

返回值： 无

示例：
```
encoder_enable_set_tick_count(0,0)
```

2.1.21 获取编码器滴答计数

```
encoder_get_tick_count(encoder_index)
```

功能： 该指令用于返回选定编码器的嘀嗒计数。

参数： encoder_index：被访问的编码器序号，序号值必须是 0 或者 1，integer 型数据。

返回值： float 型数据，传送带编码器的嘀嗒计数。

示例：
```
encoder_get_tick_count(0)
返回值：传送带编码器的嘀嗒计数
```

2.1.22 显示当前编码器计数

```
encoder_set_tick_count(encoder_index, count)
```

功能： 该指令用于告诉机器人控制器当前编码器的嘀嗒计数。该函数可在绝对编码器条件下使用 (e.g. MODBUS)；
另请参阅：2.1.20 encoder_enable_set_tick_count() 指令。

参数： encoder_index：编码器序号，序号值必须是 0 或者 1，integer 型数据；
count：所设置的嘀嗒计数。必须在编码器设定的范围内，float 型数据。

返回值： 无

示例：
```
encoder_set_tick_count(0,1234)
```

2.1.23 编码器计数越界

```
encoder_unwind_delta_tick_count(encoder_index, delta_tick_count)
```

功能： 该指令用于：如果编码器发生了计数越界行为，则返回重构后的 delta_tick_count。如果编码器未发生计数越界行为，则不对 delta_tick_count 进行任何修改，直接返回。

参数： encoder_index：被访问的编码器序号，序号值必须是 0 或者 1，integer 型数据；
delta_tick_count：需要被重构的两次滴答计数的差值，float 型数据。

返回值： float 型数据，重构后的 delta_tick_count。

示例：
```
encoder_unwind_delta_tick_count(0,-64666)
说明：
假定序号为0的编码器，其范围为[0 : 65535]
假定初次使用encoder_get_tick_count(0)，获取tick_count为65530
假定现在使用encoder_get_tick_count(0)，获取tick_count为864
此时delta_tick_count=-64666(864 - 65530=-64666)
返回值：870
```

2.1.24 停止传送带跟踪

```
stop_conveyor_tracking()
```

功能： 该指令用于停止由 track_conveyor_linear() 或 track_conveyor_circular() 触发的传送带跟踪功能，同时将工具速度降为 0。

参数： 无

返回值： 无

示例：
```
stop_conveyor_tracking()
```

2.1.25 关节加速

```
speedj(qd, a, t)
```

功能： 该指令用于将每个关节加速到 qd，并以此速度移动。时间参数 t 可选，如不指定 t，函数将在达到目标速度时返回；指定 t 时，函数将在 t 秒后返回，无论是否已经达到目标速度。该指令受速度百分比影响，当且仅当速度百分比为 100% 时符合预期参数效果。

参数： qd：每个关节的速度（rad/s），list 型数据：长度为 6，每个元素依次指代了关节目标速度；
a：（主轴的）关节加速度（rad/s^2），float 型数据；
t：函数返回的最短时间（s），float 型数据。

返回值： 无

示例：
```
speedj([0.5,1,1,1,1,1],0.5,1)
```

2.1.26 工具末端加速

```
speedl(xd, a, t, aRot='a')
```

功能： 该指令用于工具端加速到恒定的速度 xd，并以此速度移动。时间参数 t 可选，如不指定 t，函数将在达到目标速度时返回；指定 t 时，函数将在 t 秒后返回，无论是否已经达到目标速度。角加速度参数 aRot 可选，若使用该参数，请先确认已指定时间参数 t。该指令受速度百分比影响，当且仅当速度百分比为 100% 时符合预期参数效果。

参数： xd：工具速度（m/s），格式为 [Vx,Vy,Vz,RVx,RVy,RVz]，list 型数据，其中 Vx、Vy、Vz 单位为 m/s，RVx、RVy、RVz 单位为 rad/s；
a：工具加速度（m/s^2），float 型数据；
t：函数返回前的最短时间，float 型数据；
aRot：角加速度（rad/s^2），默认值为 a。若设置了角加速度，则使用已设置的速度作为角加速度；若只设置了线加速度，则角加速度默认等于线加速度。

返回值： 无

示例：
```
speedl([-1.4E-4,-0.04,-0.02,0.0,0.0,-0.0],1.2,100.0)
```

2.1.27 关节减速

```
stopj(a)
```

功能： 该指令用于将关节速度减速到零。

参数： a：关节加速度, 单位为 rad/s^2,float 型数据。

返回值： 无

示例：
```
stopj(0.1)
```

2.1.28 工具末端减速

```
stopl(a)
```

功能： 该指令用于将工具末端速度减速到零。

参数： a：关节加速度，单位为 m/s^2。

返回值： 无

示例：
```
stopl(0.5)
```

2.1.29 追踪圆形传送带

```
track_conveyor_circular(center, ticks_per_revolution, rotate_tool=False,
    encoder_index=0)
```

功能： 该指令用于使机器人运动（movej() 等）追踪圆形传送带。

参数： center：姿态矢量，用于确定机器人基座坐标系中传送带的中心位置，list 型数据；
ticks_per_revolution：传送带移动一圈时编码器变化的刻度数，float 型数据；
rotate_tool：工具应当与传送带一起旋转，或者停留在轨迹（movel() 等）规定的方位。不指定布尔值时，使用默认布尔值为 False，boolean 型数据（可选参数）；
encoder_index：与传送带跟踪相联系的编码器序号，序号值必须为 0 或者 1。不指定序号值时，使用默认序号值为 0，integer 型数据（可选参数）。

返回值： 无

示例：
```
track_conveyor_circular([0.5,0.5,0,0,0,0],500.0,False)
参数：
center=[0.5,0.5,0,0,0,0]
ticks_per_revolution=500.0
rotate_tool=False
encoder_index=0，默认值
```

2.1.30 追踪线性传送带

```
track_conveyor_linear(direction, ticks_per_meter, encoder_index=0)
```

功能： 该指令用于使机器人运动（movej() 等）追踪线性传送带。

参数： direction：姿态矢量，用于确定机器人基座坐标系中传送带的方向，list 型数据；
ticks_per_meter：传送带移动一米时编码器变化的刻度数，float 型数据；
encoder_index：与传送带跟踪相联系的编码器序号，序号值必须为 0 或者 1。不指定序号值时，使用默认序号值为 0，integer 型数据（可选参数）。

返回值： 无

示例：
```
track_conveyor_linear([1,0,0,0,0,0],1000.0)
参数：
direction=[1,0,0,0,0,0]
ticks_per_meter=1000.0
encoder_index=0，默认值
```

2.1.31 获取当前工具法兰位姿

```
get_actual_tool_flange_pose()
```

功能： 该指令用于获得当前工具法兰位姿。

参数： 无

返回值： 当前测量的工具法兰位姿，格式为 [x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad。

示例：
```
get_actual_tool_flange_pose()
返回值：当前的工具法兰位姿
```

2.1.32 获取目标路径点

```
get_target_waypoint()
```

功能： 该指令用于获得当前移动的目标路径点。

参数： 无

返回值： 当前移动的目标路径点，格式为 [x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad。

示例：
```
get_target_waypoint()
返回值：当前移动的目标路径点
```

2.1.33 获取目标工具偏移量

```
get_tcp_offset()
```

功能： 该指令用于获得当前目标工具偏移量。

参数： 无

返回值： 当前目标工具偏移量，格式为 [x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad。

示例：
```
get_tcp_offset()
返回值：当前目标工具偏移量
```

2.1.34 加载微段文件

```
load_micro_line_file(file_name, interval_time, pos_type=0, unit_type=0)
```

功能： 该指令用于通过微段文件名称，设置微段相邻两点间的时间间隔、微段文件数据类型、微段文件单位类型参数加载微段文件，生成并返回唯一的标识序号。

参数： file_name：微段文件名称，string 型数据；
interval_time：微段文件中两个点位之间的时间间隔，单位为 ms，integer 型数据；
pos_type：微段文件数据类型，integer 型数据：0：关节空间数据，1：笛卡尔空间数据（可选参数）；
unit_type：微段文件单位类型，integer 型数据：0：关节空间数据为弧度、笛卡尔空间数据为米以及弧度，1：关节空间数据为度、笛卡尔空间数据为毫米以及弧度（可选参数）。

返回值： integer 型数据，当前微段文件以及相应配置下加载的微段序号。

示例：
```
load_micro_line_file("new_pose1",2)
参数：
new_pose1="new_pose1"
interval_time=2
返回值：微段序号
```

2.1.35 设置微段文件的局部坐标

```
micro_line_set_pcs(micro_line_index, part_coordinate_system)
```

功能： 该指令用于设置当前微段序号对应微段文件的局部坐标；
另请参阅：2.1.34 load_micro_line_file() 指令，micro_line_index 通常由 load_micro_line_file() 获得。

参数： micro_line_index：微段序号，integer 型数据；
part_coordinate_system：局部坐标，list 型数据。

返回值： 无

示例：
```
micro_line_set_pcs(0,[1,0,0,0,0,0])
```

2.1.36 返回微段文件对应行的数据

```
get_micro_line_values_by_index(micro_line_index, pos_type, line_index)
```

功能： 该指令用于以关节空间数据或笛卡尔空间数据的方式返回微段序号对应微段文件对应行的数据；
另请参阅：2.1.34 load_micro_line_file() 指令，micro_line_index 通常由 load_micro_line_file() 获得。

参数： micro_line_index：微段序号，integer 型数据；
pos_type：获取的数据类型，integer 型数据：0：关节空间数据，1：笛卡尔空间数据（可选参数）；
line_index：微段文件行序号，integer 型数据。

返回值： list 型数据, 关节空间数据或笛卡尔空间数据。

示例：
```
get_micro_line_values_by_index(0,0,1)
返回值：序号1 对应微段文件第一行的关节角
```

2.1.37 运行微段序号对应的微段文件

```
moveml(micro_line_index, start_line=0, end_line=0)
```

功能： 该指令用于运行微段序号对应的微段文件，从设定的起始行运行至设定的终止行；
另请参阅：2.1.34 load_micro_line_file() 指令，micro_line_index 通常由 load_micro_line_file() 获得。

参数： micro_line_index：微段序号，integer 型数据；
start_line：运行的起始行，默认为 0 代表从微段文件首行运行，integer 型数据（可选参数）；
end_line：运行的终止行，默认为 0 代表运行至微段文件末行，integer 型数据（可选参数）。

返回值： 无

示例：
```
moveml(0)
```

2.1.38 开启拖动模式

```
freedrive_mode(freeAxes=[1,1,1,1,1,1], frame=[0,0,0,0,0,0])
```

功能： 该指令用于开启拖动模式，该模式下可以自由拖动机器人。默认参数状态下，机器人将进入完全自由拖动模式，通过修改参数也可以进入锁轴拖动模式。

参数： freeAxes：长度为 6 的数据，每位数据为 0 或 1，0 表示不能拖动，1 表示可以拖动，前三个数据表示沿笛卡尔空间的 x、y、z 三个方向拖动的使能状态，后三位表示绕笛卡尔空间的 rx、ry、rz 轴旋转的拖动使能状态。该参数表示在选择的坐标系空间内的状态。该参数为可选参数。
frame：RPY 位姿数据，定义了拖动模式的坐标系数据（相对于机器人坐标系），该参数也可以使用 base 与 tool 表示机器人坐标系与动态的 TCP 坐标系。该参数为可选参数。

返回值： 无

示例：
```
freedrive_mode(freeAxes=[0,1,0,0,0,0], frame="tool")
参数:
freeAxes = [0,1,0,0,0,0] -> 锁定机器人沿y轴进行拖动
frame = "tool" -> 基于激活的实时TCP坐标系
```

2.1.39 关闭拖动模式

```
end_freedrive_mode()
```

功能： 该指令用于关闭拖动模式，使机器人进入位置模式，任务运行结束后也会自动退出拖动模式。

参数： 无

返回值： 无

示例：
```
end_freedrive_mode()
关闭拖动模式
```

2.2 MATH 相关指令

这一部分主要介绍计算相关的指令。

2.2.1 逆解计算

```
get_inverse_kin(p, qnear='', tcp='active tcp')
```

功能： 该指令用于运动学逆解计算，即从笛卡尔空间到关节空间的转换。如果定义了 qnear，则返回最接近 qnear 的解。否则，将返回最接近当前关节位置的解。如果未提供 tcp，则将使用控制器的当前激活 tcp。

参数： p：位姿，格式为 [x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad；
qnear：最接近的关节角度，缺省值为当前机器人关节角，list 型数据（可选参数）；
tcp：工具形状（可选参数）。

返回值： list 型数据，关节角度，单位：弧度。

示例：
```
global v
po=[0.4,-0.2,0.4,-3.1,2.8,-1.8]
qn=[-0.2,-1.6,-1.4,-1.5,1.5,-1.6]
v=get_inverse_kin(po,qnear=qn)
参数：
p=po=[0.4,-0.2,0.4,-3.1,2.8,-1.8]
qnear=qn=[-0.2,-1.6,-1.4,-1.5,1.5,-1.6]
```

2.2.2 查看逆解是否有解

```
get_inverse_kin_has_solution(p, qnear='', tcp='active tcp')
```

功能： 该指令用于检查 get_inverse_kin 是否有解，并返回布尔类型的结果（True 或 False），可避免 get_inverse_kin 无解时触发运行时报警。

参数： p：位姿，格式为 [x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad；
qnear：最接近的关节角度，缺省值为当前机器人关节角，list 型数据（可选参数）；
tcp：工具形状，缺省值为系统当前的激活工具（可选参数）。

返回值： 是否有解，boolean 型数据，True 或 False。

示例：
```
global v
p=[0.41951,-0.16,0.25745,-3.11757,0,-1.5708]
v=get_inverse_kin_has_solution(p)
print(v)
参数：
p=po=[ 0.41951,-0.16,0.25745,-3.11757,0,-1.5708]
返回值：True
```

2.2.3 获取全部逆解数据

```
get_all_inverse_kin(p, tcp=’active_tcp’)
```

功能： 该指令用于获取全部逆解数据。

参数： p：位姿，格式为 [x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad；

tcp：工具形状（可选参数）。

返回值： list 型数据，list 成员为关节角度的 list 对象，关节角度单位：弧度，范围 [-π，π]，返回值长度表示逆解结果数量。

示例：

```
global v
v = get_all_inverse_kin([0.4771486056398243,0.009603682884449335,
0.5119841047483048,-3.111929473888252,4.519127222985093E-6,
-1.570799425431062], tcp=[0,0,0,0,0,0])
global ret_count
ret_count = len(v)

返回值：
v: [0.336318, -3.013889, 1.620656, 2.992033, 1.561013, 0.336185],
   [0.336318, -1.487028, -1.620656, -1.576702, 1.561013,
   0.336185], [0.336318, -2.965255, 1.062955, 0.359507, -1.561013,
    -2.805408], [0.336318, -1.954786, -1.062955, 1.474948, -
   1.561013, -2.805408], [2.845753, -1.186798, 1.06285, 1.666371,
   1.562145, 2.845879], [2.845753, -0.176428, -1.06285, 2.7817,
   1.562145, 2.845879], [2.845753, -1.654565, 1.620748, -1.565353,
    -1.562145, -0.295714], [2.845753, -0.127621, -1.620748,
   0.149199, -1.562145, -0.295714]
ret_count ： 8 表示有八组逆解结果
```

注意： 如果逆解失败，v 则为空 list，ret_count 为 0。

2.2.4 正解计算

```
get_forward_kin(q=’’, tcp=’active tcp’)
```

功能： 该指令用于正运动学计算，即通过关节角度获取位姿，使用当前系统激活的 TCP 数据。如果未提供关节位置矢量，则将使用机器人本体的当前关节角度。如果未提供 tcp，则将使用控制器的当前激活 tcp。

参数： q：机器人的关节角度，缺省值为当前机器人关节角度，单位为弧度，list 型数据（可选参数）。
tcp：工具形状（可选参数）。

返回值： 机器人位姿，格式为 [x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad。

示例：
```
global p_p
p_j=[-0.2,-1.6,-1.4,-1.5,1.5,0]
p_p=get_forward_kin(p_j)
参数：
q=p_j=[-0.2,-1.6,-1.4,-1.5,1.5,0]
```

2.2.5 二进制列表转换为整数

```
binary_list_to_integer(l)
```

功能： 该指令用于计算并返回列表 l 中包含的布尔值代表的整数值。

参数： l：要转换为整数的布尔值列表。索引 0 处的布尔值作为最低有效位。False 代表 0，True 代表 1。如果列表是空的，此函数返回 0。如果列表含有超过 32 个布尔值，此函数返回列表中前 32 个布尔值所转换的有符号整数值，list 型数据。

返回值： integer 型数据，二进制列表所代表的整数值。

示例：
```
binary_list_to_integer([True,4 <5,9==10,9%3==0])
返回值：13
```

2.2.6 整数转换为二进制列表

```
integer_to_binary_list(x)
```

功能： 该指令用于计算并返回布尔值列表作为有符号整数值 x 的二进制数。

参数： x：要转换为二进制列表的整数值，返回值含有 32 个布尔值的列表，其中 False 代表 0，True 代表 1，list 型数据。

返回值： list 型数据，二进制布尔值列表，列表索引 0 处的值为输入值 x 的最低位。

示例：
```
integer_to_binary_list(2)
返回值：[False, True,..., False, False, False]（长度为32）
```

2.2.7 获取列表长度

```
get_list_length(v)
```

功能： 该指令用于计算并返回列表变量的长度，列表长度是列表包含的条目数。

参数： V：列表变量，list 型数据。

返回值： integer 型数据，用于规定既定列表长度的一个整数。

示例：
```
list=[666,666,666,666,666,666,666,666,666,666]
list_length=get_list_length(list)
返回值：10
```

2.2.8 获取列表或字符串的长度

```
length(v)
```

功能： 该指令用于计算并返回一个列表变量或字符串变量的长度。

参数： v：一个列表或字符串变量，string 型数据或 list 型数据。

返回值： integer 型数据，列表或字符串长度。

示例：
```
length([1,2,3,4,5])
返回值：5
length("hello world")
返回值：11
```

2.2.9 反余弦运算

```
acos(f)
```

功能： 该指令用于计算并返回参数 f 的反余弦值，返回值单位为 rad。

参数： f：待计算角度的余弦值，定义域为：[-1, 1]，float 型数据。

返回值： float 型数据，f 的反余弦值，单位为 rad。

示例：
```
acos(0.866)
返回值：0.5235 rad
```

2.2.10 反正弦运算

```
asin(f)
```

功能： 该指令用于计算并返回参数 f 的反正弦值，返回值单位为 rad。

参数： f：待计算角度的正弦值，定义域为：[-1, 1]，float 型数据。

返回值： float 型数据，f 的反正弦值，单位为 rad。

示例：
```
asin(0.5)
返回值：0.5235 rad
```

2.2.11 反正切运算

```
atan(f)
```

功能： 该指令用于计算并返回参数 f 的反正切值，返回值单位为 rad。

参数： f：待计算角度的正切值，float 型数据。

返回值： float 型数据，f 的反正切值，单位为 rad。

示例：
```
atan(1.0)
返回值：0.785 rad
```

2.2.12 判断像限的反正切运算

```
atan2(x, y)
```

功能： 该指令用于计算并返回 x/y 的反正切值，返回值单位为 rad，x 和 y 值的符号决定了正确的象限。

参数： x：用于计算的值，float 型数据；
y：用于计算的值，float 型数据。

返回值： float 型数据，x/y 的反正切值，单位为 rad。

示例：
```
atan2(1.0,1.0)
参数：
x=1.0，向量在x轴正方向上的投影
y=1.0，向量在y轴正方向上的投影
返回值：0.785 rad
```

2.2.13 余弦运算

```
cos(f)
```

功能： 该指令用于计算并返回参数 f 弧度角的余弦。

参数： f：待计算的值，float 型数据。

返回值： float 型数据，f 的余弦值。

示例：
```
cos(3.1415926)
返回值：-1
```

2.2.14 正弦运算

```
sin(f)
```

功能： 该指令用于计算并返回参数 f 弧度角的正弦。

参数： f：待计算数值，float 型数据。

返回值： float 型数据，f 的正弦值。

示例：
```
sin(3.1415926)
返回值：0
```

2.2.15 正切运算

```
tan(f)
```

功能： 该指令用于计算并返回参数 f 弧度角的正切值。

参数： f：待计算数值，float 型数据。

返回值： float 型数据，f 的正切值。

示例：
```
tan(0)
返回值：0
```

2.2.16 角度转换为弧度

```
d2r(d)
```

功能： 该指令用于角度单位换算，将参数 d 的角度值转换成弧度值。

参数： d：以 degree 为单位的角度，float 型数据。

返回值： float 型数据，以 rad 为单位的角度。

示例：
```
d2r(90)
返回值：1.5707963267949
```

2.2.17 弧度转换为角度

```
r2d(r)
```

功能： 该指令用于角度单位换算，将参数 r 的弧度值转换成角度值。

参数： r：以 rad 为单位的弧度，float 型数据。

返回值： float 型数据，以 degree 为单位的角度。

示例：
```
r2d(3.1415926)
返回值：180
```

2.2.18 向上取整

```
ceil(f)
```

功能： 该指令用于计算并返回不小于参数 f 的最小整数值，向上取整。

参数： f：待计算的值，float 型数据。

返回值： integer 型数据，向上取整后的整数。

示例：
```
ceil(-8.8)
返回值：-8
```

2.2.19 向下取整

```
floor(f)
```

功能： 该指令用于计算并返回不大于 f 的最大整数，向下取整。

参数： f：输入的浮点值，float 型数据。

返回值： integer 型数据，f 向下取整的整数。

示例：
```
floor(8.8)
返回值：8
```

2.2.20 对数运算

```
log(b, f)
```

功能： 该指令用于计算并返回以 b 为底 f 的对数，如果 b 或 f 为负数，运行时会提示错误。

参数： b：底数，float 型数据；
f：真数，float 型数据。

返回值： float 型数据，以 b 为底 f 的对数。

示例：
```
log(2,3)
返回值：1.584
```

2.2.21 平方根运算

```
sqrt(f)
```

功能： 该指令用于计算并返回参数 f 的平方根。如果 f 为负，运行时会提示错误。

参数： f：待计算数值，float 型数据。

返回值： float 型数据，f 的平方根。

示例：
```
sqrt(4)
返回值：2
```

2.2.22 幂运算

```
pow(base, exponent)
```

功能： 该指令用于计算并返回以 base 为底数，exponent 为指数进行幂运算的值。

参数： base：底数值，float 型数据；
exponent：指数值，float 型数据。

返回值： float 型数据，幂运算的结果。

示例：
```
pow(2,3)
返回值：8
```

2.2.23 计算自变量的范数

```
norm(a)
```

功能： 该指令用于计算并返回自变量的范数；
自变量可以是四种不同类型的其中一种：
姿态：在这种情况下，返回姿态的欧几里德范数；
浮点数：在这种情况下，返回绝对值（a）；
整数：在这种情况下，返回绝对值（a）；
列表：在这种情况下，返回列表的欧几里德范数，列表元素必须是数字。

参数： a：姿态、浮点数、整数或列表，list 型数据、integer 型数据或 float 型数据。

返回值： float 型数据，a 的范数。

示例：
```
norm(-10)
返回值：10
```

2.2.24 将由浮点数组成的列表内的数据归一

```
normalize(v)
```

功能： 该指令用于对给定的由浮点数组成的列表内的数据进行归一化处理。若数组内所有数据均为 0，运行时会提示触发无效参数异常。

参数： v：给定的浮点数列表，list 型数据。

返回值： list 型数据，对所有数据单位化后的数组。

示例：

```
如normalize([0,1,0])
返回值：[0,1,0]
如normalize([2,0,0])
返回值：[1,0,0]
如normalize([1,1])
返回值：[0.707,0.707]
```

2.2.25 计算两个工具位置之间的距离

```
point_dist(p_from, p_to)
```

功能： 该指令用于计算点 p_from 到点 p_to 的距离。

参数： p_from：工具起始位姿，格式为 [x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad；
p_to：工具目标位姿，格式为 [x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad。

返回值： float 型数据，两个工具位置之间的距离（不考虑旋转）。

示例：

```
global p_dist
pf=[0.4,-0.2,0.4,-3.1,2.8,-2.3]
pt=[-0.01,-1.5,-0.002,-1.5,1.5,-2.3]
p_dist=point_dist(pf, pt)
参数：
p_from=pf=[0.4,-0.2,0.4,-3.1,2.8,-2.3]
p_to=pt=[-0.01,-1.5,-0.002,-1.5,1.5,-2.3]
返回值：1.42116
```

2.2.26 求和运算

```
pose_add(p_1, p_2)
```

功能： 该指令用于点 p_1 和点 p_2 位置和姿态的求和运算。p_1 和 p_2 均含有三个位置参数（x、y、z），合称为 P，以及三个旋转参数（Rx、Ry、Rz），合称为 R。此函数用于计算既定姿态相加的结果 p_3，如下所示：

p_3.P=p_1.P + p_2.P

p_3.R=p_1.R * p_2.R

参数： p_1：工具位姿 1，格式为 [x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad；

p_2：工具位姿 2，格式为 [x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad。

返回值： 位置部分与旋转部分乘积之和的列表，格式为 [x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad。

示例：

```
global add_pose
p1=[0.4,-0.2,0.4,-3.1,2.8,-2.3]
p2=[-0.01,-1.5,-0.002,-1.5,1.5,-2.3]
add_pose=pose_add(p1,p2)
返回值：[0.39,-1.7,0.398,-2.3149,1.1819,-2.27039]
```

2.2.27 姿态距离

```
pose_dist(p_from, p_to)
```

功能： 该指令用于计算并返回点 p_from 到点 p_to 之间的姿态距离。

参数： p_from：工具起始姿态，格式为 [x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad；
p_to：工具目标姿态，格式为 [x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad。

返回值： float 型数据，两个姿态之间的距离，包括旋转。

示例：
```
global p_dist
pf=[0.4,-0.2,0.4,-3.1,2.8,-2.3]
pt=[-0.01,-1.5,-0.002,-1.5,1.5,-2.3]
p_dist=pose_dist(pf,pt)
参数：
p_from=pf=[0.4,-0.2,0.4,-3.1,2.8,-2.3]
p_to=pt=[-0.01,-1.5,-0.002,-1.5,1.5,-2.3]
返回值：2.50394
```

2.2.28 位姿求逆

```
pose_inv(p_from)
```

功能： 该指令用于计算并返回位姿的逆。

参数： p_from：工具位姿，格式为 [x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad。

返回值： p_from 的逆，格式为 [x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad。

示例：
```
global inv_pose
pf=[0.4,-0.2,0.4,-3.1,2.8,-2.3]
inv_pose=pose_inv(pf)
返回值：[0.023407, 0.41385, -0.43378, 0.23146, -0.25682, -
    0.86443]
```

2.2.29 位姿相减

```
pose_sub(p_to, p_from)
```

功能： 该指令用于点 p_to 和点 p_from 的两点位姿相减。p_to 和 p_from 均含有三个位置参数（x, y, z），称为 P，以及三个旋转参数（Rx, Ry, Rz），称为 R。此函数用于计算给定姿态相减的结果 p_result，如下所示：

p_result.P = p_to.P - p_from.P

p_result.R = $(p\_from.R)^{-1}$ * p_to.R

参数： p_to：工具位姿，格式为 [x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad；

p_from：工具位姿，格式为 [x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad。

返回值： 工具姿态变换，格式为 [x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad。

示例：

```
global sub_pose
pt=[0.4,-0.2,0.4,-3.1,2.8,-2.3]
pf=[-0.01,-1.5,-0.002,-1.5,1.5,-2.3]
sub_pose=pose_sub(pt,pf)
返回值：[0.41, 1.3, 0.402, -1.54817, 0.06821, 1.29935]
```

2.2.30 位姿变换

```
pose_trans(p_from, p_from_to)
```

功能： 该指令用于姿态变换。第一个自变量 p_from 用于变换第二个自变量 p_from_to，然后返回结果。这意味着结果是从 p_from 坐标系开始，然后坐标系移动 p_from_to 生成的姿态。如果姿态被视为变换矩阵，则如下所示：
T_world->to=T_world->from * T_from->to
T_x->to=T_x->from * T_from->to

参数： p_from：起始姿态，格式为 [x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad；
p_from_to：相对于起始姿态的姿态变化，格式为 [x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad。

返回值： 生成的姿态，格式为 [x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad。

示例：
```
global tp
pf=[0.4,-0.2,0.4,-3.1,2.8,-2.3]
pft=[-0.01,-1.5,-0.002,-1.5,1.5,-2.3]
tp=pose_trans(pf,pft)
返回值：[1.4,-1.2,0.3,-2.3,1.1,-2.2]
```

2.2.31 计算 RPY 向量

```
rotvec2rpy(rotation_vector)
```

功能： 该指令用于计算与旋转向量 rotation_vector 相对应的 RPY 向量。

参数： rotation_vector：旋转向量（Vector3d）弧度，也称为轴角向量（单位旋转轴乘以弧度为单位的旋转角度），list 型数据。

返回值： list 型数据，以弧度表示的 RPY 向量 (Vector3d)，描述了一个围绕 X-Y-Z 的外在旋转的滚转-俯仰 -偏航序列轴，（相对于绕 Z-Y’ -X”的固有旋转轴）。矩阵形式中，RPY 向量定义为 Rrpy=Rz(yaw)Ry(pitch)Rx(roll)。

示例：
```
rotvec2rpy([3.14,1.57,0])
返回值：[-2.8,-0.1,0.9]
```

2.2.32 计算旋转向量

```
rpy2rotvec(rpy_vector)
```

功能： 该指令用于计算并返回与参数 rpy_vector 相对应的旋转向量。

参数： rpy_vector：以弧度表示的 RPY 向量 (Vector3d)，描述了一个围绕 X-Y-Z 的外在旋转的滚转-俯仰 -偏航序列轴，（相对于绕 Z-Y’ -X”的固有旋转轴）。矩阵形式中，RPY 向量定义为 Rrpy=Rz(yaw)Ry(pitch)Rx(roll)，list 型数据。

返回值： list 型数据，以弧度为单位的旋转矢量 (Vector3d)，也称为 Axis-Angle 向量（单位旋转轴乘以弧度为单位的旋转角度）。

示例：
```
rpy2rotvec([3.14,1.57,0])
返回值：[2.2,0.001,-2.2]
```

2.2.33 返回工具位置和方位的线性插值姿态

```
interpolate_pose(p_from, p_to, alpha)
```

功能： 该指令用于工具位置和方位的线性插值；
alpha 是 0 时，返回 p_from。alpha 是 1 时，返回 p_to；
alpha 从 0 变为 1 时，返回从 p_from 到 p_to 的直线姿态（以及大地定向变化）；
如果 alpha 小于 0，返回直线上 p_from 之前的点；
如果 alpha 大于 1，返回直线上 p_to 之后的姿态。

参数： p_from：工具起始位姿，格式为 [x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad；
p_to：工具目标位姿，格式为 [x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad；
alpha：浮点数，float 型数据。

返回值： 插值姿态，格式为 [x,y,z,Rx,Ry,Rz]，list 型数据，其中 x、y、z 单位为 m，Rx、Ry、Rz 单位为 rad。

示例：
```
interpolate_pose(pf,pt,al)
pf=[0.4,-0.2,0.4,-3.1,2.8,-2.3]
pt=[-0.01,-1.5,-0.002,-1.5,1.5,-2.3]
al=0
返回值：[0.4,-0.2,0.4,0.041,0.3,0.8]
```

2.2.34 生成随机数

```
random()
```

功能： 该指令用于产生一个值域为 [0,1] 的随机数。

参数： 无

返回值： float 型数据，0 到 1 之间的伪随机数。

示例：

```
random()
返回值：0到1之间的随机数
```

第 3 章 力控指令

3.1 开启力控模式

```
force_mode(reference_frame, selection_vector, target_wrench, mode,
    speed_limits)
```

功能： 该指令用于开启力控模式，机器人将被控制于力控模式下。

参数： reference_frame：定义力控参考坐标系的位姿矢量，该位姿矢量是相对于基座坐标系定义的。格式为 [X,Y,Z,Rx,Ry,Rz]，其中 X、Y、Z 表示位置，单位为 m；Rx、Ry、Rz 表示位姿，单位为 rad。Rx、Ry、Rz 采用标准 RPY 角定义。

selection_vector：由 0 和 1 组成的六维矢量，用于定义力控坐标系中的力控轴，1 表示力控轴，0 表示非力控轴。

target_wrench：机器人施加于环境的目标力/力矩。机器人将沿/绕力控轴调整位姿以便达到指定的目标力/力矩。格式为 [Fx,Fy,Fz,Mx,My,Mz]，其中 Fx、Fy、Fz 表示沿力控轴方向施加的力，单位为 N；Mx、My、Mz 表示绕力控轴方向施加的力矩，单位为 Nm。该值对非力控轴无效。由于关节安全限制，实际施加的力/力矩可能低于设置的目标力/力矩。在单独的线程中使用 get_tcp_force 脚本指令可读取实际施加于环境的力/力矩。

mode：力控模式参数，integer 型数据，范围为 0 到 3，用于定义力控模式，即：力控坐标系如何定义或者如何由力控参考坐标系变换获得。

0：固定模式。力控坐标系为力控参考坐标系。

1：点模式。力控坐标系的 Y 轴由机器人 TCP 原点指向力控参考坐标系的原点。

2：运动模式。力控坐标系的 X 轴为 TCP 移动方向矢量在力控参考坐标系的 X-Y 平面内的投影。

3：TCP 模式。力控坐标系为机器人的 TCP 坐标系。

speed_limits：速度限制参数，六维矢量，float 型数据。格式为 [Vx,Vy,Vz,ωx,ωy,ωz]，其中 Vx、Vy、Vz 表示沿该轴允许的最大 TCP 速度，单位为 m/s；ωx、ωy、ωz 表示绕该轴允许的最大 TCP 速度，单位为 rad/s。该速度限制参数对非力控轴无效，非力控轴仍执行该轴上的原始轨迹。

返回值： 无

示例：

```
force_mode([0.5,0.8,0,0,0,1.57], [0,0,1,0,0,0], [0,0,50,0,0,0], 0,
    [0,0,0.1,0,0,0])
参数：
Reference frame=[0.5,0.8,0,0,0,1.57] 力控参考坐标系由基座坐标系在X
    轴方向上偏移500mm、在Y轴方向上偏移800mm、在RZ轴方向上旋转90°获
    得。
Selection Vector=[0,0,1,0,0,0] 力控坐标系的Z 轴为力控轴，其余轴为
    非力控轴。
Target wrench=[0,0,50,0,0,0] 机器人将在力控坐标系的Z轴方向上施加
    50N的力。
Mode=0 力控模式为固定模式，力控坐标系为用户给定的力控参考坐标系。
Speed_limits = [0,0,0.1,0,0,0] 沿力控轴Z方向的最大运动速度为100mm/
    s。
```

注意：

1. 进入力控模式之前，请避免平行于力控轴方向的运动和高减速度的运动。推荐进入力控模式之前插入至少 0.02 秒的 sleep 脚本指令解决该问题。
2. 在力控模式中，请避免高加速度运动，否则会降低力控精度。

3.2 设置力控模式的增益系数

```
force_mode_set_gain_scaling(scaling)
```

功能：

该指令用于设置力控模式过程的增益系数。

参数：

scaling：增益系数，该系数介于 0 到 2 之间，默认值为 0.2。
增益系数越小，力跟踪的响应时间就越慢，超调量就越小；反之，增益系数越大，力跟踪的响应时间就越快，超调量就越大，增益系数过大可能会导致抖动。例如，在发生碰撞或挤压坚硬表面的情况下，若增益系数大于 1，力控模式将处于不稳定状态。

返回值：

无

示例：

```
force_mode_set_gain_scaling(0.5)
设置力控模式过程的增益系数为0.5。
```

注意：
1. 力控模式会使用最近一次设置的增益系数，若需更新该参数，请再次使用该脚本指令设置新的增益系数。
2. 请确保在进入力控模式之前使用该脚本指令，否则默认使用之前设置的增益系数。
3. 执行该脚本指令会更新增益系数并将其保存在力控配置文件中，程序进入力控模式时会自动读取。

3.3 设置力控模式的阻尼系数

```
force_mode_set_damping(damping)
```

功能：该指令用于设置力控模式过程的阻尼系数。

参数：damping：阻尼系数，该系数介于 0 到 1 之间，默认值为 0。
该阻尼系数设置为 1 时为全阻尼状态，若无外力作用，机器人将快速减速。该阻尼系数设置为 0 时为无阻尼状态，机器人将保持当前速度运动。
阻尼系数越小，机器人在力控方向上的阻尼就越小，力跟踪的震荡抑制能力就越弱，力跟踪响应就越快；反之，阻尼系数越大，机器人在力控方向上的阻尼就越大，力跟踪的震荡抑制能力就越强，力跟踪响应就越慢。

返回值：无

示例：
```
force_mode_set_damping(0.5)
设置力控模式过程的阻尼系数为0.5。
```

注意：
1. 力控模式会使用最近一次设置的阻尼系数，若需更新该参数，请再次使用该脚本指令设置新的阻尼系数。
2. 请确保在进入力控模式之前使用该脚本指令，否则默认使用之前设置的阻尼系数。
3. 执行该脚本指令会更新阻尼系数并将其保存在力控配置文件中，程序进入力控模式时会自动读取。

3.4 力/力矩传感器读数清零

```
zero_ftsensor()
```

功能： 该指令用于将力/力矩传感器测量的施加在工具 TCP 上的力/力矩值清零（去皮），所述力/力矩值为 get_tcp_force(True) 脚本指令获取的施加在工具 TCP 上的力/力矩矢量，该矢量已进行负载补偿等处理。
该指令执行后，当前的力/力矩测量值会被作为力/力矩参考值保存，后续所有的力/力矩测量值都会减去该力/力矩参考值（去皮）。
请注意，上述力/力矩参考值会在该指令执行时更新，在控制器重启后将重置为 0。

参数： 无

返回值： 无

示例：
```
zero_ftsensor()
将当前获取的施加在工具TCP上的已进行负载补偿等处理的力/力矩矢量清零（去皮），后续获取的所有力/力矩值都会减去当前的参考力/力矩值。
```

3.5 获取施加在工具 TCP 上的力

```
force()
```

功能： 该指令用于获取施加在工具 TCP 上的外力。
获取当前施加在工具 TCP 上的外力，该力的值为使用 get_tcp_force(True) 脚本指令获取的 Fx、Fy 和 Fz 的范数。
有关清零力/力矩传感器读数，另请参阅：3.4 zero_ftsensor 指令。

参数： 无

返回值： 力，单位为 N，float 型数据。

示例：
```
fe=force()
获取施加在工具TCP上的力。
```

3.6 获取施加在工具 TCP 上的力/力矩矢量

```
get_tcp_force(enable_compensation)
```

功能： 该指令用于获取施加在工具 TCP 上的力/力矩矢量。
有关清零力/力矩传感器读数，另请参阅：3.4 zero_ftsensor 指令。

参数： enable_compensation：boolean 型数据。True 表示返回值进行负载补偿等处理，False 表示返回值为力/力矩传感器的原始读数，不做任何处理。

返回值： 力/力矩矢量，格式为 [Fx(N)，Fy(N)，Fz(N)，TRx(Nm)，TRy(Nm)，TRz(Nm)]。Fx、Fy 和 Fz 表示力，单位为 N；TRx、TRy 和 TRz 表示力矩，单位为 Nm。该力/力矩矢量是以工具 TCP 坐标系为参考坐标系表示的。

示例：
```
ft_comp=get_tcp_force(True)
获取施加在工具TCP上的力/力矩矢量，该矢量已进行负载补偿等处理。
ft_orig=get_tcp_force(False)
获取力/力矩传感器的原始力/力矩矢量，该矢量为传感器的原始读数，
    不做任何处理。
```

3.7 关闭力控模式

```
end_force_mode()
```

功能： 该指令用于关闭力控模式。程序结束时也会执行此命令。

参数： 无

返回值： 无

示例：
```
end_force_mode()
关闭力控模式。
```

第 4 章 IO 指令

4.1 获取可配置 IO 输入电平

```
get_configurable_digital_in(n)
```

功能： 该指令用于获取可配置数字输入信号电平；
另请参阅：4.5 get_standard_digital_in 指令。

参数： n：输入的索引，integer 型数据：[0:7]。

返回值： 信号电平，boolean 型数据，True 或 False。

示例：
```
get_configurable_digital_in(0)
返回值：信号电平，True或False；
```

4.2 获取可配置 IO 输出电平

```
get_configurable_digital_out(n)
```

功能： 该指令用于获取可配置数字输出信号电平；
另请参阅：4.6 get_standard_digital_out 指令。

参数： n：输出的索引，integer 型数据：[0:7]。

返回值： 信号电平，boolean 型数据，True 或 False。

示例：
```
get_configurable_digital_out(0)
返回值：信号电平，True或False；
```

4.3 获取标准模拟输入

```
get_standard_analog_in(n)
```

功能： 该指令用于获取标准模拟输入信号电平；
另请参阅：4.7 get_tool_analog_in 指令。

参数： n：输入的索引，integer 型数据：[0:1]。

返回值： 模拟信号电平，float 型数据，单位为 A 或者 V。

示例：
```
get_standard_analog_in(1)
返回值：模拟信号电平，单位为A或者V;
```

4.4 获取标准模拟输出

```
get_standard_analog_out(n)
```

功能： 该指令用于获取标准模拟输出信号电平；
另请参阅：4.8 get_tool_analog_out 指令。

参数： n：输出的索引，integer 型数据：[0:1]。

返回值： 模拟信号电平，float 型数据，单位为 A 或者 V。

示例：
```
get_standard_analog_out(1)
返回值：模拟信号电平，单位为A或者V;
```

4.5 获取标准数字 IO 输入

```
get_standard_digital_in(n)
```

功能： 该指令用于获取标准数字输入信号电平；
另请参阅：4.1 get_configurable_digital_in 指令。

参数： n：输入的索引，integer 型数据：[0:15]。

返回值： 信号电平，boolean 型数据，True 或 False。

示例：
```
get_standard_digital_in(0)
返回值：信号电平，True或False;
```

4.6 获取标准数字 IO 输出

```
get_standard_digital_out(n)
```

功能： 该指令用于获取标准数字输出信号电平；
另请参阅：4.2 get_configurable_digital_out 指令。

参数： n：输出的索引，integer 型数据：[0:15]。

返回值： 信号电平，boolean 型数据，True 或 False。

示例：
```
get_standard_digital_out(0)
返回值：信号电平，True或False；
```

4.7 获取工具的模拟输入

```
get_tool_analog_in()
```

功能： 该指令用于获取工具模拟输入电平；
另请参阅：4.3 get_standard_analog_in 指令。

参数： 无

返回值： 模拟输入电平，float 型数据，单位为 A 或 V。

示例：
```
get_tool_analog_in()
返回值：工具模拟输入电平，单位为A或者V
```

4.8 获取工具的模拟输出

```
get_tool_analog_out()
```

功能： 该指令用于获取工具模拟输出电平；
另请参阅：4.4 get_standard_analog_out 指令。

参数： 无

返回值： 模拟输出电平，float 型数据，单位为 A 或 V。

示例：
```
get_tool_analog_out()
返回值：工具模拟输出电平，单位为A或者V
```

4.9 设置标准模拟输出的域

```
set_standard_analog_output_domain(port, domain)
```

功能： 该指令用于设置模拟输出的域；
另请参阅：4.15 set_tool_analog_output_domain 指令。

参数： port：输出的索引，integer 型数据：[0:1]；
domain：模拟输出域，integer 型数据：0：电流模式（4-20mA），1：电压模式（0-10V）。

返回值： 无

示例：
```
set_standard_analog_output_domain(0,0)
```

4.10 设置可配置 IO 电平

```
set_configurable_digital_out(n, b)
```

功能： 该指令用于设置可配置的数字输出信号电平；
另请参阅：4.13 set_standard_digital_out 指令。

参数： n：输出的索引，integer 型数据：[0:7]；b：信号电平，boolean 型数据，True 或 False。

返回值： 无

示例：
```
set_configurable_digital_out(0,True)
```

4.11 设置标准模拟输入的域

```
set_standard_analog_input_domain(port, domain)
```

功能： 该指令用于设置控制箱内标准模拟输入的域；
另请参阅：4.14 set_tool_analog_input_domain 指令。

参数： port：输入的索引，integer 型数据：[0:1]；
domain：模拟输入域，integer 型数据：0 代表电流模式（4-20mA），1 代表电压模式（0-10V）。

返回值： 无

示例：
```
set_standard_analog_input_domain(0,0)
```

4.12 设置标准的模拟输出

```
set_standard_analog_out(n, f)
```

功能： 该指令用于设置标准模拟输出 IO 的相对信号电平值。

参数： n：输出的索引，integer 型数据：[0:1]；
f：相对模拟信号电平（模拟输出范围百分比），float 型数据：[0:1]，给定的值若大于 1，则设置为 1，小于 0，则设置为 0。

返回值： 无

示例：
```
set_standard_analog_out(0,1.0)
参数：
n=0
f=1.0，将标准模拟输出值设置10V或者20mA（取决于模拟IO模式设置）
```

4.13 设置标准的数字 IO 电平

```
set_standard_digital_out(n, b)
```

功能： 该指令用于设置标准数字输出 IO 信号电平；
另请参阅：4.10 set_configurable_digital_out 指令。

参数： n：输出的索引，integer 型数据：[0:15]；
b：信号电平，boolean 型数据，True 或 False。

返回值： 无

示例：
```
set_standard_digital_out(0,True)
```

4.14 设置工具末端模拟输入的域

```
set_tool_analog_input_domain(domain)
```

功能： 该指令用于设置工具末端模拟输入的域；
有关控制箱输入，另请参阅 4.11 set_standard_analog_input_domain 指令。

参数： domain：模拟输入域，integer 型数据：0 代表电流模式（4-20mA），1 代表电压模式（0-10V）。

返回值： 无

示例：
```
set_tool_analog_input_domain(0)
```

4.15 设置工具末端模拟输出的域

```
set_tool_analog_output_domain(domain)
```

功能： 该指令用于设置工具末端模拟输出的域；
有关控制箱输出，另请参阅 4.9 set_standard_analog_output_domain 指令。

参数： domain：模拟输出域，integer 型数据：0 代表电流模式（4-20mA），1 代表电压模式（0-10V）。

返回值： 无

示例：
```
set_tool_analog_output_domain(0)
```

4.16 设置工具数字 IO 电平

```
set_tool_digital(n, b)
```

功能： 该指令用于设置给定的索引对应工具数字 IO 电平。

参数： n：工具数字 IO 的索引，integer 型数据：[0:3]；
b：信号电平，boolean 型数据，True 或 False。

返回值： 无

示例：
```
set_tool_digital(1,True)
```

注意： 若当前索引所对应的数字 IO 为禁用或者非输出类型时，使用此接口设置后，会触发 IO 类型错误的运行时报警。

4.17 获取工具数字 IO 电平

```
get_tool_digital(n)
```

功能： 该指令用于获取给定的索引对应的工具数字 IO 信号电平。

参数： n：工具数字 IO 的索引，integer 型数据：[0:3]。

返回值： 信号电平，boolean 型数据，True 或 False。

示例：
```
get_tool_digital(1)
返回值：True或False
```

4.18 设置可配置输出的运行时状态

```
set_runstate_configurable_digital_output_to_value(port, runstate)
```

功能： 该指令用于设置输出信号电平跟随任务运行状态改变（运行或停止）。

另请参阅：

4.19 set_runstate_gp_boolean_output_to_value 指令

4.22 set_runstate_standard_digital_output_to_value 指令

4.23 set_runstate_tool_digital_output_to_value 指令

参数： port：输出的索引，integer 型数据：[0:7]；

runstate：integer 型数据：[0:3]：

0：维持信号电平不变；

1：任务在非运行状态时信号电平为低，任务运行状态信号电平不变；

2：任务在非运行状态时信号电平为高，任务运行状态信号电平不变；

3：任务在非运行状态时信号电平为低，任务运行状态信号电平为高。

返回值： 无

示例：

```
set_runstate_configurable_digital_output_to_value(1,2)
参数：
port=1
runstate=2，任务在非运行状态时，设置输出1 的信号电平为高，任务
    运行状态信号电平不变；
```

4.19 设置输出布尔寄存器的运行时状态

```
set_runstate_gp_boolean_output_to_value(port, runstate)
```

功能： 该指令用于设置输出信号电平跟随任务运行状态改变（运行或停止）；
另请参阅：
4.18 set_runstate_configurable_digital_output_to_value 指令
4.22 set_runstate_standard_digital_output_to_value 指令
4.23 set_runstate_tool_digital_output_to_value 指令

参数： port：输出的索引，integer 型数据：[0:127]；
runstate：integer 型数据：[0:3]：
0：维持信号电平不变；
1：任务在非运行状态时信号电平为低，任务运行状态信号电平不变；
2：任务在非运行状态时信号电平为高，任务运行状态信号电平不变；
3：任务在非运行状态时信号电平为低，任务运行状态信号电平为高。

返回值： 无

示例：
```
set_runstate_gp_boolean_output_to_value(1,2)
参数：
port=1
runstate=2，任务在非运行状态时，设置输出1 的信号电平为高，任务
    运行状态信号电平不变
```

4.20 设置模拟输出的运行时状态

```
set_runstate_standard_analog_output_to_value(port, runstate)
```

功能： 该指令用于设置输出模拟信号电平跟随任务运行状态改变（运行或停止）。

参数： port：输出的索引，integer 型数据：[0:1]；
runstate：integer 型数据：[0:3]：
0：维持模拟信号电平不变；
1：任务在非运行状态时模拟信号电平最低值，任务运行状态模拟信号电平不变；
2：任务在非运行状态时模拟信号电平为最高值，任务运行状态模拟信号电平不变；
3：任务在非运行状态时模拟信号电平为最低值，任务运行状态模拟信号电平为最高值。

返回值： 无

示例：
```
set_runstate_standard_analog_output_to_value(1,2)
参数：
port=1
runstate=2，任务在非运行状态时，设置模拟输出1 的信号电平为最高值，任务运行状态信号电平不变
```

4.21 设置工具模拟输出的运行时状态

```
set_runstate_tool_analog_output_to_value(runstate)
```

功能： 该指令用于设置工具模拟输出模拟信号电平跟随任务运行状态改变（运行或停止）。

参数： runstate：integer 型数据：[0:3]：
0：维持模拟信号电平不变；
1：任务在非运行状态时模拟信号电平最低值，任务运行状态模拟信号电平不变；
2：任务在非运行状态时模拟信号电平为最高值，任务运行状态模拟信号电平不变；
3：任务在非运行状态时模拟信号电平为最低值，任务运行状态模拟信号电平为最高值。

返回值： 无

示例：
```
set_runstate_tool_analog_output_to_value(2)
参数：
runstate=2，任务在非运行状态时，设置模拟输出1 的信号电平为最高值，任务运行状态信号电平不变
```

4.22 设置标准数字输出的运行时状态

```
set_runstate_standard_digital_output_to_value(port, runstate)
```

功能： 该指令用于设置输出信号电平跟随任务运行状态改变（运行或停止）；
另请参阅：
4.18 set_runstate_configurable_digital_output_to_value 指令
4.19 set_runstate_gp_boolean_output_to_value 指令
4.23 set_runstate_tool_digital_output_to_value 指令

参数： port：输出的索引，integer 型数据：[0:15]；
runstate：integer 型数据：[0:3]：
0：维持信号电平不变；
1：任务在非运行状态时信号电平为低，任务运行状态信号电平不变；
2：任务在非运行状态时信号电平为高，任务运行状态信号电平不变；
3：任务在非运行状态时信号电平为低，任务运行状态信号电平为高。

返回值： 无

示例：
```
set_runstate_standard_digital_output_to_value(1,2)
参数：
port=1
runstate=2，任务在非运行状态时，设置标准数字输出1 的信号电平为
    高，任务运行状态信号电平不变
```

4.23 设置工具数字输出的运行时状态

```
set_runstate_tool_digital_output_to_value(port, runstate)
```

功能： 该指令用于设置输出信号电平跟随任务运行状态改变（运行或停止）；
另请参阅：
4.18 set_runstate_configurable_digital_output_to_value 指令
4.19 set_runstate_gp_boolean_output_to_value 指令
4.22 set_runstate_standard_digital_output_to_value 指令

参数： port：输出的索引，integer 型数据：[0:3]；
runstate：integer 型数据：[0:3]：
0：维持信号电平不变；
1：任务在非运行状态时信号电平为低，任务运行状态信号电平不变；
2：任务在非运行状态时信号电平为高，任务运行状态信号电平不变；
3：任务在非运行状态时信号电平为低，任务运行状态信号电平为高。

返回值： 无

示例：
```
set_runstate_tool_digital_output_to_value(1,2)
参数：
port=1
runstate=2，任务在非运行状态时，设置输出1的信号电平为高，任务运行状态信号电平不变
```

4.24 设置所有输入为默认

```
set_input_actions_to_default()
```

功能： 该指令用于将所有标准数字输入、可配置数字输入、工具数字输入以及通用布尔输入寄存器的 IO 触发动作设置为“defalut”；
另请参阅：
4.26 set_standard_digital_input_action 指令
4.25 set_configurable_digital_input_action 指令
4.27 set_tool_digital_input_action 指令
4.28 set_gp_boolean_input_action 指令

参数： 无

返回值： 无

示例：
```
set_input_actions_to_default()
说明：设置所有数字输入以及通用布尔输入寄存器的IO触发动作为“defalut”。
```

4.25 设置可配置 IO 触发动作

```
set_configurable_digital_input_action(port, action)
```

功能： 该指令用于将可配置数字输入绑定触发动作，包括默认触发动作（“default”）和拖动模式触发动作（“freedrive”），并在绑定的输入信号电平为高时触发相应动作；

另请参阅：

4.24 set_input_actions_to_default 指令

4.26 set_standard_digital_input_action 指令

4.27 set_tool_digital_input_action 指令

4.28 set_gp_boolean_input_action 指令

参数： port：输入的索引，integer 型数据：[0:7]；

action：触发动作类型“default”或“freedrive”，string 型数据。

返回值： 无

示例：

```
set_configurable_digital_input_action(0,"freedrive")
参数：
port=0
action="freedrive"，当可配置输入0 的信号电平为高时，会打开拖动
    模式
```

4.26 设置标准 IO 触发动作

```
set_standard_digital_input_action(port, action)
```

功能： 该指令用于将标准数字输入绑定触发动作，包括默认触发动作（“default”）和拖动模式触发动作（“freedrive”），并在绑定的输入信号电平为高时触发相应动作；
另请参阅：
4.24 set_input_actions_to_default 指令
4.25 set_configurable_digital_input_action 指令
4.27 set_tool_digital_input_action 指令
4.28 set_gp_boolean_input_action 指令

参数： port：输入的索引，integer 型数据：[0:15]；
action：触发动作类型“default”或“freedrive”，string 型数据。

返回值： 无

示例：
```
set_standard_digital_input_action(0,"freedrive")
参数：
port=0
action="freedrive"，当标准输入0 的信号电平为高时，会打开拖动模式
```

4.27 设置工具末端 IO 触发动作

```
set_tool_digital_input_action(port, action)
```

功能： 该指令用于将工具数字输入绑定触发动作，包括默认触发动作（“default”）和拖动模式触发动作（“freedrive”），并在绑定的输入信号电平为高时触发相应动作；
另请参阅：
4.24 set_input_actions_to_default 指令
4.25 set_configurable_digital_input_action 指令
4.26 set_standard_digital_input_action 指令
4.28 set_gp_boolean_input_action 指令

参数： port：输入的索引，integer 型数据：[0:3]；
action：触发动作类型“default”或“freedrive”，string 型数据。

返回值： 无

示例：
```
set_tool_digital_input_action(0,"freedrive")
参数:
port=0
action="freedrive"，当工具数字输入0的信号电平为高时，会打开拖动
    模式;
```

4.28 设置通用布尔寄存器的触发动作

```
set_gp_boolean_input_action(port, action)
```

功能： 该指令用于将通用布尔输入寄存器绑定触发动作，包括默认触发动作（“default”）和拖动模式触发动作（“freedrive”），并在绑定的输入信号电平为高时触发相应动作；
另请参阅：
4.24 set_input_actions_to_default 指令
4.25 set_configurable_digital_input_action 指令
4.26 set_standard_digital_input_action 指令
4.27 set_tool_digital_input_action 指令

参数： port：输入的索引，integer 型数据：[0:127]；
action：触发动作类型“default”或“freedrive”，string 型数据。

返回值： 无

示例：
```
set_gp_boolean_input_action(0,"freedrive")
参数：
port=0
action="freedrive"，当通用布尔输入寄存器0的信号电平为高时，会打开拖动模式
```

4.29 返回工具末端的通信状态

```
tool_serial_is_open()
```

功能： 该指令用于返回机器人工具末端 RS-485 通信功能是否打开。

参数： 无

返回值： 串口通信的打开状态，boolean 型数据，True 为打开状态，False 为关闭状态。

示例：
```
tool_serial_is_open()
返回值：True或False
```

4.30 配置工具末端的通信

```
tool_serial_config(enabled, baud_rate, parity, stop_bits, size=8,
    modbus_rtu=False, usage=0)
```

功能： 该指令用于打开或者关闭机器人工具末端 RS-485 通信功能，并对其进行配置。

参数： enabled：工具串口通信的使能状态，boolean 型数据；
baud_rate：串口波特率，integer 型数据: 9600,19200,38400,57600,115200,1000000,20000
parity：奇偶校验位，integer 型数据:0(none),1(odd),2(even)；
stop_bits：停止位，integer 型数据:1,2；
size：串口的位宽。不指定时，使用默认参数 8，若使能 modbus-rtu 则该参数自动设置为 8；
modbus_rtu：是否启用 modbus-rtu 模式，指定为 True 时为 Modbus-rtu 模式，指定为 False 时为 RS485 模式，不指定时使用默认参数 False，boolean 类型数据；
usage：可选参数，int 型数据：0（脚本模式），1（Daemon 模式），不指定时，使用默认值 0，即脚本模式。脚本模式指的是通过脚本接口访问串口，具体可参阅相关的工具接口（即 tool_serial、tool_modbus）。Daemon 模式指的是通过 ELITECO SDK Daemon 插件访问串口 ttyTCI0，并对其进行读写操作，若此时通过脚本接口进行访问，则会触发运行时异常报警。

返回值： 串口通信的打开状态，boolean 型数据，True 为打开状态，False 为关闭状态。

示例：
```
tool_serial_config(True,115200,1,2)
参数：
enabled=True
baud_rate=115200
parity=1
stop_bits=2
usage=0
返回值：True 或False
```

注意： 1. 通信模式为 Modbus-rtu 时，可使用下列 tool_modbus_read_registers、tool_modbus_read_bits、tool_modbus_write_registers、tool_modbus_write_bits 等指令；
2. 通信模式为 RS485 时，可使用下列指令 tool_serial_read、tool_serial_write。

4.31 读取工具末端的通信数据

```
tool_serial_read(read_count, is_number, time_out)
```

功能： 该指令用于读取机器人工具末端 RS-485 通信的数据。

参数： read_count：读取数据长度，integer 型数据：大于等于 0；
is_number：是否按照整数格式返回字节数据，boolean 型数据；
time_out：超时时间，单位：秒，若小于等于 0，则等待超时时间为无限长，float 型数据。

返回值： bytearray 或 list，若 is_number 参数 True，则返回值为整数类型的 list，若 is_number 参数 False，则返回值为 bytes array，若发生超时，则返回所有已经读取到的数据。

示例：
```
tool_serial_read(3,True,0.1)
返回值：读取的整数数据list，类似[255,1,0]
tool_serial_read(3,False, 0.1)
返回值：读取的字节数据，类似b"a/x90/x33"
```

4.32 写入工具末端的通信数据

```
tool_serial_write(write_data)
```

功能： 该指令用于机器人工具末端 RS-485 发送数据。

参数： write_data：待发送的字节数据，string 型数据、integer 型数据、整数 list 型数据或 bytearray 型数据，若为 integer 或整数 list 型数据，会写入一个或多个整数数据，数据值若超过 [0-255] 范围，会自动按照内存类型转换或内存截断的方式强制转换至范围内。

返回值： integer 型数据，成功发送的字节数据长度，小于等于 0 时，表示发送失败。

示例：
```
tool_serial_write("hello world")
返回值：成功发送的数据长度
tool_serial_write(255)
返回值：成功发送的数据长度
tool_serial_write([255,0,10])
返回值：成功发送的数据长度
```

4.33 工具末端读取 MODBUS-RTU 从站保持寄存器

```
tool_modbus_read_registers(slave, addr, len, time_out=5)
```

功能： 该指令用于机器人工具末端 RS-485 读取 MODBUS-RTU 从站保持寄存器，MODBUS 功能码为 0x03。

参数： slave：从站，范围为 1-247，integer 型数据；
addr：地址，范围为大于等于 0，integer 型数据；
len：要读取数据长度，范围为 1-125，当 len 大于 1 时，将会从 slave 的 addr 开始顺序向下读取，integer 型数据；
time_out：超时时间，单位：秒，若小于等于 0，则等待超时时间为无限长，float 型数据。

返回值： list 型数据，读取的数据列表。

示例：
```
read_data=tool_modbus_read_registers (1,1,1,0)
返回值：读取的寄存器值；
```

4.34 工具末端读取 MODBUS-RTU 从站线圈

```
tool_modbus_read_bits(slave, addr, len, time_out=5)
```

功能： 该指令用于机器人工具末端 RS-485 读取 MODBUS-RTU 从站线圈，MODBUS 功能码为 0x01。

参数： slave：从站，范围为 1-247，integer 型数据；
addr：地址，范围为大于等于 0，integer 型数据；
len：要读取数据长度，范围为 1-125，当 len 大于 1 时，将会从 slave 的 addr 开始顺序向下读取，integer 型数据；
time_out：超时时间，单位：秒，若小于等于 0，则等待超时时间为无限长，float 型数据。

返回值： list 型数据，读取的数据列表。

示例：
```
read_data=tool_modbus_read_bits (1,1,1,0)
返回值：读取的线圈值；
```

4.35 工具末端写入多个 MODBUS-RTU 从站保持寄存器

```
tool_modbus_write_registers(slave, addr, data, timeout=5)
```

功能： 该指令用于机器人工具末端 RS-485 写入多个 MODBUS-RTU 从站保持寄存器，MODBUS 功能码为 0x10。

参数： slave：从站，范围为 1-247，integer 型数据；
addr：地址，范围为大于等于 0，integer 型数据；
data：待写入的数据，integer[0, 65535]、list 型数据（列表的每个元素需为 integer[0, 65535]）。当数据为 list 时，将会向 slave 的 addr 地址处顺序向下写；
time_out：超时时间，单位为秒，若小于等于 0，则等待超时时间为无限长，float 型数据。

返回值： boolean 型数据，写成功返回 True，否则为 False。

示例：
```
tool_modbus_write_registers（1，1，1）
返回值：True；
```

4.36 工具末端写入多个 MODBUS-RTU 从站线圈

```
tool_modbus_write_bits(slave， addr， data， timeout=5)
```

功能： 该指令用于机器人工具末端 RS-485 写入多个 MODBUS-RTU 从站线圈，MODBUS 功能码为 0x0F。

参数： slave：从站，范围为 1-247，integer 型数据；
addr：地址，范围为大于等于 0，integer 型数据；
data：待写入的数据，boolean、integer（0 会被隐式转换为 False，非 0 元素会被隐式转换为 True）、list 型数据（列表的每个元素需为 integer 或 boolean）。当数据为 list 时，将会向 slave 的 addr 地址处顺序向下写；
time_out：超时时间，单位为秒，若小于等于 0，则等待超时时间为无限长，float 型数据。

返回值： boolean 型数据，写成功返回 True，否则为 False。

示例：
```
tool_modbus_write_bits（1，1，1）
返回值：True；
```

4.37 工具末端读取 MODBUS-RTU 从站输入寄存器

```
tool_modbus_read_input_registers(slave， addr， len， time_out=5)
```

功能： 该指令用于机器人工具末端 RS-485 读取 MODBUS-RTU 从站输入寄存器，MODBUS 功能码为 0x04。

参数： slave：从站，范围为 1-247，integer 型数据；
addr：地址，范围为大于等于 0，integer 型数据；
len：待读取的数据长度，范围为 1–125，当 len 大于 1 时，将会向 slave 的 addr 地址处顺序向下读，integer 型数据；
time_out：超时时间，单位：秒，若小于等于 0，则等待时间为无限长，float 型数据。

返回值： list 型数据，读取的数据列表。

示例：
```
read_data=tool_modbus_read_input_registers (1,1,1,0)
返回值：读取的从站1寄存器1的值
```

4.38 工具末端读取 MODBUS-RTU 从站输入线圈

```
tool_modbus_read_input_bits(slave, addr, len, time_out=5)
```

功能： 该指令用于机器人工具末端 RS-485 读取 MODBUS-RTU 从站输入线圈，MODBUS 功能码为 0x02。

参数： slave：从站，范围为 1-247，integer 型数据；
addr：地址，范围为大于等于 0，integer 型数据；
len：待读取的数据长度，范围为 1–125，当 len 大于 1 时，将会向 slave 的 addr 地址处顺序向下读，integer 型数据；
time_out：超时时间，单位：秒，若小于等于 0，则等待时间为无限长，float 型数据。

返回值： list 型数据，读取的数据列表。

示例：
```
read_data=tool_modbus_read_input_bits(1,1,1,0)
返回值：读取的从站1 线圈1 的值
```

4.39 工具末端写入单个 MODBUS-RTU 从站线圈

```
tool_modbus_write_single_bit(slave, addr,data, timeout=5)
```

功能： 该指令用于机器人工具末端 RS-485 写入单个 MODBUS-RTU 从站线圈，MODBUS 功能码为 0x05。

参数： slave：从站，范围为 1-247，integer 型数据；
addr：地址，范围为大于等于 0，integer 型数据；
data：待写入的数据，integer 型数据；
time_out：超时时间，单位为秒，若小于等于 0，则等待超时时间为无限长，float 型数据。

返回值： Integer 型数据，写入成功的数据数量，即 1，小于等于 0 为写入失败。

示例：
```
read_data=tool_modbus_write_single_bit(1,1,1)
返回值：1
```

4.40 工具末端写入单个 MODBUS-RTU 从站寄存器

```
tool_modbus_write_single_register(slave, addr,data, timeout=5)
```

功能： 该指令用于机器人工具末端 RS-485 写入单个 MODBUS-RTU 从站寄存器，MODBUS 功能码为 0x06。

参数： slave：从站，范围为 1-247，integer 型数据；
addr：地址，范围为大于等于 0，integer 型数据；
data：待写入的数据，integer 型数据；
time_out：超时时间，单位为秒，若小于等于 0，则等待超时时间为无限长，float 型数据。

返回值： Integer 型数据，写入成功的数据数量，即 1，小于等于 0 为写入失败。

示例：
```
read_data=tool_modbus_write_single_register(1,1,1)
返回值：1
```

4.41 查询工具末端 RS-485 模式

```
tool_serial_mode()
```

功能： 该指令用于查询机器人工具末端 RS-485 处于哪种模式下。

参数： 无

返回值： string 型数据，“MODBUS-RTU”或“RS485”，若二者都未使能则为“CLOSE”。

示例：
```
tool_serial_mode()
返回值：“RS-485”
```

4.42 设置工具法兰外部工具接头的电源电压

```
set_tool_voltage(voltage)
```

功能： 该指令用于设置机器人工具法兰的外部工具接头提供电源的电压，电压可以为 0、12 或 24 伏。

参数： voltage：外部工具接头提供电源的电压，单位：伏，integer 型数据：0、12 或 24。

返回值： 无

示例：
```
set_tool_voltage(24)
```

4.43 控制柜 RS-485 通信配置

```
serial_config(enable, baud, parity_bit, stop_bit, size, modbus_rtu, port
   =”/dev/ttymxc0”)
```

功能： 该指令用于打开或关闭机器人控制柜 RS-485 通信功能，并对其进行配置。

参数： enable：串口通信的使能状态，boolean 型数据；
baud：波特率，integer 型数据：2400、4800、9600、19200、38400、57600、115200、230400、460800、921600、500000；
parity_bit：串口奇偶校验，integer 型数据：0（不校验）、1（奇校验）、2（偶校验）；
stop_bit：串口停止位，integer 型数据：1、2；
size：串口的位宽。不指定时，使用默认参数 8，integer 型数据：7 或 8（可选参数）。若为 MODBUSRTU 模式，则必须为 8；
modbus_rtu：是否启用 modbus-rtu 模式，指定为 True 时为 Modbus-rtu 模式，指定为 False 时为 RS485 模式，不指定时使用默认参数 False，boolean 类型数据；
port：串口的端口名，目前仅支持:“/dev/ttymxc0”。不指定名称时，使用默认名称“/dev/ttymxc0”，string 型数据（可选参数）。

返回值： 如果配置成功，返回 True，如果配置失败，返回 False，boolean 型数据。

示例：
```
serial_config(True, 115200, 0, 1, 8, True)
返回值：True 或False
```

4.44 读取控制柜 RS-485 通信数据

```
serial_read(len, is_number=True, time_out=0.1, port="/dev/ttymxc0")
```

功能： 该指令用于读取机器人控制柜 RS-485 通信的数据。

参数： len：要读取的字节数，注意假设要读取的字节数为 5，但实际只接收到 2 字节数据，最后读出的长度为 2 字节；
is_number：是否按照整数格式返回字节数据。若不指定，使用默认参数 True，boolean 型数据（可选参数）；
time_out：超时时间，单位：秒，若小于等于 0，则等待超时时间为无限长，不指定时，使用默认值 0.1，float 型数据（可选参数）；
port：串口的端口名，目前仅支持:”/dev/ttymxc0”。不指定名称时，使用默认名称“/dev/ttymxc0”，string 型数据（可选参数）。

返回值： bytearray 或 list 型数据，若 is_number 参数 True，则返回值为整数类型的 list，若 is_number 参数 False，则返回值为 bytes array，若发生超时，则返回所有已经读取到的数据。

示例：
```
serial_read(4)
参数:
len=4
is_number=True 默认值
time_out=0.1，默认值
port=”/dev/ttymxc0”，默认串口设备名称
返回值：读取数据的列表，[12,99,255,1]
serial_read(3,False， 0.1)
参数:
len=3
is_number=False
time_out=0.1
返回值：读取的字节数据，类似b”a/x90/x33”
```

4.45 写入控制柜 RS-485 通信数据

```
serial_write(data， port=”/dev/ttymxc0”)
```

功能： 该指令用于机器人控制柜 RS-485 发送数据。

参数： data：待发送的数据，string 型数据、integer 型数据、整数 list 型数据、bytes 型数据或 bytearray 型数据，若为 integer 或整数 list 型数据，会写入一个或多个整数数据，数据值若超过 [0-255] 范围，会自动按照内存类型转换或内存截断的方式强制转换至范围内。
port：串口的端口名，目前仅支持:“/dev/ttymxc0”。不指定名称时，使用默认名称“/dev/ttymxc0”，string（可选参数）

返回值： 如果发送成功，返回 True，如果发送失败，返回 False，boolean 型数据。

示例：
```
serial_write([123,56,0])
参数：
data=[123,56,0]，
port=”/dev/ttymxc0”，默认串口设备名称
返回值：True 或False
```

4.46 返回控制柜 RS-485 通信状态

```
serial_is_open(port=”/dev/ttymxc0”)
```

功能： 该指令返回机器人控制柜 RS-485 通信功能是否打开。

参数： port：串口的端口名，目前仅支持:“/dev/ttymxc0”。不指定名称时，使用默认名称“/dev/ttymxc0”，string 型数据（可选参数）。

返回值： 如果打开，返回 True，如果没打开，返回 False，boolean 型数据。

示例：
```
serial_is_open()
参数：
port=”/dev/ttymxc0”，默认串口设备名称
返回值：True 或False
```

4.47 查询控制柜 RS-485 模式

```
serial_mode(port=”/dev/ttymxc0”)
```

功能： 该指令用于查询机器人控制柜 RS-485 处于何种模式下。

参数： port：串口的端口名，目前仅支持: “/dev/ttymxc0”。不指定名称时，使用默认名称“/dev/ttymxc0”，string 型数据（可选参数）。

返回值： string 型数据，“MODBUS-RTU”或“RS485”，若二者均未使能，则为“CLOSE”。

示例：
```
mode=serial_mode()
返回值： “MODBUS-RTU”
```

4.48 控制柜写入多个 MODBUS-RTU 从站保持寄存器

```
serial_modbus_write_registers(slave, address, data, timeout=5, port="/dev/ttymxc0")
```

功能： 该指令用于机器人控制柜 RS-485 写入多个 MODBUS-RTU 从站保持寄存器，MODBUS 功能码为 0x10。

参数： slave：从站，范围为 1-247，integer 型数据；
addr：地址，范围为大于等于 0，integer 型数据；
data：待写入的数据，integer[0, 65535]、list 型数据（列表的每个元素需为 integer[0, 65535]）。当数据为 list 时，将会向 slave 的 addr 地址处顺序向下写；
time_out：超时时间，单位为秒，若小于等于 0，则等待超时时间为无限长，默认为 5 秒，float 型数据（可选参数）；
port：串口的端口名，目前仅支持：“/dev/ttymxc0”。不指定名称时，使用默认名称“/dev/ttymxc0”，string（可选参数）。

返回值： integer 型数据，成功写入寄存器的数量，小于等于 0 可视为写入失败。

示例：
```
serial_modbus_write_registers(1, 0, [12])
返回值：1
```

4.49 控制柜写入多个 MODBUS-RTU 从站线圈

```
serial_modbus_write_bits(slave, address, data, timeout=5, port="/dev/ttymxc0")
```

功能： 该指令用于机器人控制柜 RS-485 写入多个 MODBUS-RTU 从站线圈，MODBUS 功能码为 0x0F。

参数： slave：从站，范围为 1-247，integer 型数据；
addr：地址，范围为大于等于 0，integer 型数据；
data：待写入的数据，boolean、integer（0 会被隐式转换为 False，非 0 元素会被隐式转换为 True）、list 型数据（列表的每个元素需为 integer 或 boolean）。当数据为 list 时，将会向 slave 的 addr 地址处顺序向下写；
time_out：超时时间，单位为秒，若小于等于 0，则等待超时时间为无限长，默认为 5 秒，float 型数据（可选参数）；
port：串口的端口名，目前仅支持：“/dev/ttymxc0”。不指定名称时，使用默认名称“/dev/ttymxc0”，string（可选参数）。

返回值： integer 型数据，成功写入线圈的数量，小于等于 0 可视为写入失败。

示例：
```
serial_modbus_write_bits(1, 0, [1])
返回值：1
```

4.50 控制柜读取 MODBUS-RTU 从站保持寄存器

```
serial_modbus_read_registers(slave, address, len, timeout=5, port="/dev/
    ttymxc0")
```

功能： 该指令用于机器人控制柜 RS-485 读取 MODBUS-RTU 从站保持寄存器，MODBUS 功能码为 0x03。

参数： slave：从站，范围为 1-247，integer 型数据；
addr：地址，范围为大于等于 0，integer 型数据；
len：待读取的数据长度，范围为 1–125，当 len 大于 1 时，将会从 slave 的 addr 开始顺序向下读取，integer 型数据；
time_out：超时时间，单位为秒，若小于等于 0，则等待超时时间为无限长，默认为 5 秒，float 型数据（可选参数）；
port：串口的端口名，目前仅支持：“/dev/ttymxc0”。不指定名称时，使用默认名称“/dev/ttymxc0”，string（可选参数）。

返回值： list 型数据，读取的数据列表。

示例：
```
serial_modbus_read_registers(1, 0, 2, 1)
返回值：[0, 0]
```

4.51 控制柜读取 MODBUS-RTU 从站线圈

```
serial_modbus_read_bits(slave, address, len, timeout=5, port="/dev/
    ttymxc0")
```

功能： 该指令用于机器人控制柜 RS-485 读取 MODBUS-RTU 从站线圈，MODBUS 功能码为 0x01。

参数： slave：从站，范围为 1-247，integer 型数据；
addr：地址，范围为大于等于 0，integer 型数据；
len：待读取的数据长度，范围为 1–125，当 len 大于 1 时，将会从 slave 的 addr 开始顺序向下读取，integer 型数据；
time_out：超时时间，单位为秒，若小于等于 0，则等待超时时间为无限长，默认为 5 秒，float 型数据（可选参数）；
port：串口的端口名，目前仅支持："/dev/ttymxc0"。不指定名称时，使用默认名称"/dev/ttymxc0"，string（可选参数）。

返回值： list 型数据，读取的数据列表。

示例：
```
serial_modbus_read_bits(1, 0, 2, 1)
返回值：[0, 0]
```

4.52 控制柜读取 MODBUS-RTU 从站输入寄存器

```
serial_modbus_read_input_registers(slave, addr, len, timeout=5, port="/
    dev/ttymxc0")
```

功能： 该指令用于机器人控制柜 RS-485 读取 MODBUS-RTU 从站输入寄存器，MODBUS 功能码为 0x04。

参数： slave：从站，范围为 1-247，integer 型数据；
addr：地址，范围为大于等于 0，integer 型数据；
len：待读取的数据长度，范围为 1–125，当 len 大于 1 时，将会从 slave 的 addr 开始顺序向下读取，integer 型数据；
time_out：超时时间，单位：秒，若小于等于 0，则等待时间为无限长，默认为 5 秒，float 型数据（可选参数）；
port：串口的端口名，目前仅支持：“/dev/ttymxc0”。不指定名称时，使用默认名称“/dev/ttymxc0”，string（可选参数）。

返回值： list 型数据，读取的数据列表。

示例：
```
read_data=serial_modbus_read_input_registers(1, 1, 1, 0)
返回值：读取的从站1寄存器1的值
```

4.53 控制柜读取 MODBUS-RTU 从站输入线圈

```
serial_modbus_read_input_bits(slave, addr, len, timeout=5, port="/dev/
    ttymxc0")
```

功能： 该指令用于机器人控制柜 RS-485 读取 MODBUS-RTU 从站输入线圈，MODBUS 功能码为 0x02。

参数： slave：从站，范围为 1-247，integer 型数据；
addr：地址，范围为大于等于 0，integer 型数据；
len：待读取的数据长度，范围为 1–125，当 len 大于 1 时，将会从 slave 的 addr 开始顺序向下读取，integer 型数据；
time_out：超时时间，单位：秒，若小于等于 0，则等待时间为无限长，默认为 5 秒，float 型数据（可选参数）；
port：串口的端口名，目前仅支持：“/dev/ttymxc0”。不指定名称时，使用默认名称“/dev/ttymxc0”，string（可选参数）。

返回值： list 型数据，读取的数据列表。

示例：
```
read_data=serial_modbus_read_input_bits(1, 1, 1, 0)
返回值：读取的从站1线圈1的值
```

4.54 控制柜写入单个 MOSBUS-RTU 从站线圈

```
serial_modbus_write_single_bit(slave, addr, data, timeout=5, port="/dev/
    ttymxc0")
```

功能： 该指令用于机器人控制柜 RS-485 写入单个 MODBUS-RTU 从站线圈，MODBUS 功能码为 0x05。

参数： slave：从站，范围为 1-247，integer 型数据；
addr：地址，范围为大于等于 0，integer 型数据；
data：待写入的数据，integer 型数据；
time_out：超时时间，单位为秒，若小于等于 0，则等待超时时间为无限长，默认为 5 秒，float 型数据（可选参数）；
port：串口的端口名，目前仅支持："/dev/ttymxc0"。不指定名称时，使用默认名称"/dev/ttymxc0"，string（可选参数）。

返回值： integer 型数据，写入成功的数据数量，即 1，小于等于 0 为写入失败。

示例：
```
read_data=serial_modbus_write_single_bit(1, 1, 1)
返回值：1
```

4.55 控制柜写入单个 MODBUS-RTU 从站寄存器

```
serial_modbus_write_single_register(slave, addr, data, timeout=5, port="/
    dev/ttymxc0")
```

功能： 该指令用于机器人控制柜 RS-485 写入单个 MODBUS-RTU 从站寄存器，MODBUS 功能码为 0x06。

参数： slave：从站，范围为 1-247，integer 型数据；
addr：地址，范围为大于等于 0，integer 型数据；
data：待写入的数据，integer 型数据；
time_out：超时时间，单位为秒，若小于等于 0，则等待超时时间为无限长，默认为 5 秒，float 型数据（可选参数）；
port：串口的端口名，目前仅支持：“/dev/ttymxc0”。不指定名称时，使用默认名称“/dev/ttymxc0”，string（可选参数）。

返回值： integer 型数据，写入成功的数据数量，即 1，小于等于 0 为写入失败。

示例：
```
read_data=serial_modbus_write_single_register(1, 1, 1)
返回值：1
```

4.56 刷新控制柜 RS-485 数据

```
serial_flush(port="/dev/ttymxc0")
```

功能： 该指令用于刷新控制柜 RS-485 的数据。

参数： port：串口的端口名，目前仅支持：“/dev/ttymxc0”。不指定名称时，使用默认名称“/dev/ttymxc0”，string（可选参数）。

返回值： 无

示例：
```
serial_flush()
```

4.57 获取任务存储目录

```
get_task_path()
```

功能： 该指令用于返回 EliRobot 的任务存储目录。

参数： 无

返回值： string 型数据，EliRobot 的任务存储目录。

示例：
```
task_path=get_task_path()
```

4.58 读取输入寄存器中的布尔值

```
read_input_boolean_register(address)
```

功能： 该指令用于从输入寄存器中读取布尔值，也可以通过现场总线访问。该寄存器存储在系统内存空间。

参数： address：寄存器地址。integer 型数据：[0：127]。

返回值： boolean 型数据，选定输入寄存器的值。

示例：
```
read_input_boolean_register(88)
返回值：True 或者False
```

4.59 读取输入寄存器中的浮点数

```
read_input_float_register(address)
```

功能： 该指令用于从输入寄存器中读取浮点数，也可以通过现场总线访问。该寄存器存储在系统内存空间。

参数： address：寄存器地址。integer 型数据：[0：47]。

返回值： float 型数据，选定输入寄存器的值。

示例：
```
read_input_float_register(2)
返回值：浮点数
```

4.60 读取输入寄存器中的整数

```
read_input_integer_register(address)
```

功能： 该指令用于从输入寄存器中读取整数，也可以通过现场总线访问。该寄存器存储在系统内存空间。

参数： address：寄存器地址。integer 型数据：[0：47]。

返回值： integer 型数据，选定输入寄存器的值。

示例：
```
read_input_integer_register(2)
返回值：整数
```

4.61 读取输出寄存器中的布尔值

```
read_output_boolean_register(address)
```

功能： 该指令用于从输出寄存器中读取布尔值，也可以通过现场总线访问。该寄存器存储在系统内存空间。

参数： address：寄存器地址。integer 型数据：[0：127]。

返回值： boolean 型数据，选定输出寄存器的值。

示例：
```
read_output_boolean_register(88)
返回值：True 或者 False
```

4.62 读取输出寄存器中的浮点数

```
read_output_float_register(address)
```

功能： 该指令用于从输出寄存器中读取浮点数，也可以通过现场总线访问。该寄存器存储在系统内存空间。

参数： address：寄存器地址。integer 型数据：[0：47]。

返回值： float 型数据，选定输出寄存器的值。

示例：
```
read_output_float_register(2)
返回值：浮点数
```

4.63 读取输出寄存器中的整数

```
read_output_integer_register(address)
```

功能： 该指令用于从输出寄存器中读取整数，也可以通过现场总线访问。该寄存器存储在系统内存空间。

参数： address：寄存器地址。integer 型数据：[0：47]。

返回值： integer 型数据，选定输出寄存器的值。

示例：
```
read_output_integer_register(2)
返回值：整数
```

4.64 将布尔值写入输出寄存器

```
write_output_boolean_register(address, value)
```

功能： 该指令用于将布尔值写入一个输出寄存器。该寄存器存储在系统内存空间。

参数： address：寄存器地址。integer 型数据：[0：127]；
value：需要写入寄存器的值，boolean 型数据。

返回值： 无

示例：
```
write_output_boolean_register(3,True)
```

4.65 将浮点数写入输出寄存器

```
write_output_float_register(address, value)
```

功能： 该指令用于将浮点数写入一个输出寄存器。该寄存器存储在系统内存空间。

参数： address：寄存器地址。integer 型数据：[0：47]；
value：需要写入寄存器的值。float 型数据。

返回值： 无

示例：
```
write_output_float_register(3,37.68)
```

4.66 将整数写入输出寄存器

```
write_output_integer_register(address, value)
```

功能： 该指令用于将整数写入一个输出寄存器。该寄存器存储在系统内存空间。

参数： address：寄存器地址。integer 型数据：[0：47]；
value：需要写入寄存器的值。integer 型数据。

返回值： 无

示例：
```
write_output_integer_register(3,37)
```

第 5 章 总线指令

5.1 Modbus

5.1.1 新增信号

```
modbus_add_signal(IP, slave_number, signal_address, signal_type,
   signal_name)
```

功能： 该指令用于为控制器添加一个新的 modbus 信号用于监督；预期无响应；在当前版本中，modbus 可添加最多 200 个信号。

参数： IP：用于指定 modbus 信号所接 modbus 装置的 IP 地址。string 型数据；
slave_number：通常设置为 255，可在 [0: 247] 之间自由选择，设置为 0 时为广播，设置为 [248: 254] 之间时会被设置为 255。Integer 型数据：[0: 247, 255]
signal_address：用于指定此新信号应当反映的线圈或寄存器的地址。有关此信息，请查阅 modbus 装置的配置。integer 型数据：[0：65535];
singal_type：用于指定要添加的信号类型。0= 数字输入，1= 数字输出，2 =寄存器输入，3 =寄存器输出。integer 型数据：[0：3];
singal_name：专用于识别信号。如果提供一个与已添加的信号相同的字符串，新的信号将代替旧的信号。string 型数据。

返回值： 无

示例：
```
modbus_add_signal("172.140.17.11",255,5,1,"output1")
```

5.1.2 删除信号

```
modbus_delete_signal(signal_name)
```

功能： 该指令用于删除所提供的信号名称识别的信号。

参数： singal_name：信号名，与应当删除的信号名称相同。string 型数据。

返回值： 无

示例：
```
modbus_delete_signal("output1")
```

5.1.3 读取信号值

```
modbus_get_signal_status(signal_name)
```

功能： 该指令用于读取特定信号的当前值。

参数： singal_name：信号名，与应当获取数值的信号名称相同。string 型数据。

返回值： 对于数字信号：True 或 False，boolean 型数据；
对于寄存器信号：以无符号整数显示的寄存器数值，integer 型数据。

示例：
```
modbus_get_signal_status("output1")
返回值：True，False 或者一个无符号整数
```

5.1.4 发送指定命令至 MODBUS 装置

```
modbus_send_custom_command(IP, slave_number, function_code, data)
```

功能： 该指令用于将用户指定的命令发送到位于指定 IP 地址的 modbus 装置。无法用于索取数据，因为不会收到响应。用户负责提供对所提供的函数代码有意义的数据。内建函数注意构建 modbus 框架，因此用户无需担心命令的长度。

参数： IP：用于指定自定义命令应当发送至的 modbus 装置的 IP 地址。string 型数据；
slave_number：通常设为 255，可在 [0: 247] 之间自由选择，设置为 0 时为广播，设置为 [248: 254] 之间时会被设置为 255。Integer 型数据：[0: 247, 255]
function_code：用于指定自定义命令所用的函数代码, 目前只支持 6(设置单个寄存器)。integer 型数据；
data：一个整数列表，每个条目必须是有效的字节 [0:255] 值。integer list 型数据。

返回值： 无

示例：
```
modbus_send_custom_command ("172.140.17.11",103,6,[17,32,2,88])
说明：Backhoff BK9050 上的电子狗超时设为600ms。
这是如下所述完成的：使用modbus 函数代码6（预设单个寄存器），然后在数据阵列的前两个字节（[17,32]=[0x1120]）提供寄存器地址，
并且在后两个字节（[2,88]=[0x0258]=dec 600）提供所需寄存器内容。
```

5.1.5 设置从站寄存器

```
modbus_set_output_register(signal_name, register_value)
```

功能： 该指令用于将既定名称识别的输出寄存器信号设为既定值。

参数： signal_name：信号名，用于识别已事先添加的输出寄存器信号。string 型数据；register_value：必须是有效的字符值。若超出范围，会自动按照内存类型转换或内存截断的方式强制转换至范围内，integer 型数据：[0：65535]。

返回值： 无

示例：

```
modbus_set_output_register(”output1”,300)
参数：
signal_name=”output1”
register_value=300
```

5.1.6 设置从站线圈

```
modbus_set_output_signal(signal_name, digital_value)
```

功能： 该指令用于将既定名称识别的输出数字信号设为既定值。

参数： signal_name：信号名，用于识别已事先添加的输出数字信号。string 型数据；digital_value：信号将被设置为此值。boolean 型数据。

返回值： 无

示例：

```
modbus_set_output_signal(”output2”,True)
```

5.1.7 设置信号运行时状态

```
modbus_set_runstate_dependent_choice(signal_name, runstate_choice)
```

功能： 该指令用于设置输出信号是必须保持来自程序的状态，还是程序不运行设高或设低。

参数： signal_name：信号名，用于识别已事先添加的输出数字信号。string 型数据；runstate_choice：0= 保持程序状态；1= 程序不运行时设低；2= 程序不运行时设高；3= 程序停止时输出低电平，程序运行时输出高电平。integer 型数据：[0：3]。

返回值： 无

示例：
```
modbus_set_runstate_dependent_choice(”output2”,1)
```

5.1.8 设置读写信号频率

```
modbus_set_signal_update_frequency(signal_name, update_frequency)
```

功能： 该指令用于设置机器人将请求发送给 Modbus 控制器读取或写入信号值的频率。

参数： signal_name：信号名，用于识别已事先添加的输出数字信号。string 型数据；update_frequency：用于指定更新频率，以 Hz 为单位。integer 型数据：[0：250]。

返回值： 无

示例：
```
modbus_set_signal_update_frequency(”output2”,20)
```

5.1.9 读取本机线圈值

```
read_port_bit(address)
```

功能： 该指令用于读取本机 Modbus 从站数字（线圈）地址的值。

参数： address：端口的地址（请参阅支持网站“使用 Modbus 服务器”页面上的端口映射器）。integer 型数据：[0:127]。

返回值： 端口保存的数值，boolean 型数据。

示例：
```
boolval=read_port_bit(3)
返回值：True 或者False
```

5.1.10 读取本机寄存器值

```
read_port_register(address, is_signed=False)
```

功能： 该指令用于读取本机 Modbus 从站寄存器地址的值。

参数： address：端口的地址，integer 型数据。
is_signed：是否是有符号的数据，默认为 False，可选参数，boolean 型数据。

返回值： integer 型数据，端口保存的有符号整数值 [-32768:32767] 或 [0:65535]。

示例：
```
intval=read_port_register(256,True)
返回值：有符号整数
```

5.1.11 向本机线圈写入值

```
write_port_bit(address, value)
```

功能： 该指令用于向本机 Modbus 从站数字（线圈）地址写入值。

参数： address：端口的地址（请参阅支持网站“使用 Modbus 服务器”页面上的端口映射器）integer 型数据；
value：寄存器中要设置的数值。boolean 型数据。

返回值： 无

示例：
```
write_port_bit(3,True)
```

5.1.12 向本机寄存器写入值

```
write_port_register(address, value)
```

功能： 该指令用于向本机 Modbus 从站寄存器写入值。

参数： address：端口的地址。integer 型数据；
value：端口中要设置的数值（0：65536）或（-32768：32767）。integer 型数据。

返回值： 无

示例：
```
write_port_register(3,100)
```

第 6 章 通讯指令

6.1 SOCKET

6.1.1 建立 TCP/IP 网络通信

```
socket_open(address, port,socket_name="socket_0")
```

功能： 该指令用于建立 TCP/IP 网络通信，连接超时时间为 2 秒。

参数： address：服务器地址，string 型数据；
port：端口号，integer 型数据；
socket_name：服务器名称，不指定名称或指定的名称为空时，使用默认名称“socket_0”，string 型数据（可选参数）。

返回值： boolean 型数据。首次调用：若连接成功返回 true，失败返回 false；重复调用：若处于连接状态返回 true，若处于未连接状态将会关闭当前 socket 并重新连接，重连成功返回 true，失败返回 false。

示例：
```
socket_open("192.168.1.119",23333,"socket_1")
返回值：True 或False
```

6.1.2 关闭 TCP/IP 网络通信

```
socket_close(socket_name="socket_0")
```

功能： 该指令用于关闭 TCP/IP 网络通信。

参数： socket_name：服务器名称，不指定名称或指定的名称为空时，使用默认名称“socket_0”，string 型数据（可选参数）。

返回值： 无

示例：
```
socket_close("socket_3")
```

6.1.3 获取 TCP/IP 网络通信状态

```
socket_is_connected(socket_name = "socket_0")
```

功能： 该指令用于获取 TCP/IP 网络通信状态，判断是否连接到服务器。

参数： socket_name：服务器名称，不指定名称或指定的名称为空时，使用默认名称“socket_0”，string 型数据（可选参数）。

返回值： boolean 型数据，若未连接，返回 False，若已连接，返回 True。

示例：
```
socket_is_connected(socket_name = "socket_3")
返回值：True 或False
```

6.1.4 读取整数

```
socket_get_var(var_name, socket_name="socket_0")
```

功能： 该指令用于从服务器读取一个整数数据；
该接口会向指定服务器发送“GET <var_name>\n”消息，并等待服务器回复格式为“<var_name> <int>\n”的内容，等待回复的超时时间为 2 秒，若发生超时或回复格式不满足协议需求，返回 0。

参数： var_name：变量名称，string 型数据；
socket_name：服务器名称，不指定名称或指定的名称为空时，使用默认名称“socket_0”，string 型数据（可选参数）。

返回值： integer 型数据，服务器返回的整数值，若为 0，则可能是发生了错误（除非服务器本身为 0），返回值范围为 [-2147483648,2147483647]，超过该范围会返回最大值或最小值。

示例：
```
joint_0_pos=socket_get_var("JOINT_0")
说明：发送字符串“GET JOINT_0\n”至服务器socket_0，并等待服务器
    回复格式类似“JOINT_01000\n”的内容，等待超时时间为2秒
返回值：从服务器获取的整数值
```

6.1.5 读取浮点数

```
socket_read_ascii_float(number, socket_name="socket_0", timeout=2)
```

功能： 该指令用于从连接的 TCP/IP 服务器读取多个 ASCII 格式的 float 型数据；
服务器传输过来的数据需要使用括号括起来，数据之间使用逗号“,”或者空格“”分开，类似“(3.14,2.562,8.24,3.4434)”；
如果传输过来的数据格式类似“(3.14,,,2.562,,8.24,3.4434)”，仍会正确读取四个数据。

参数： number：需要读取的数据个数，integer 型数据：[1:30]；
socket_name：服务器名称，不指定名称或指定的名称为空时，使用默认名称“socket_0”，string 型数据（可选参数）；
timeout：超时时间，单位：秒，若小于等于 0，则等待超时时间为无限长，float 型数据（可选参数）。

返回值： list 型数据，读取的数据列表，列表的第一个元素为所有成功读取的数据个数，第二个元素开始为读取的 float 型数据；
若读取失败，则列表第一个元素为 0，其他元素为 nan，类似 [0,nan,nan]；
若读取成功，会返回数据列表，内容类似 [3,1.444,2.234,3.444]；
若接收的数据长度不满足 <number> 的数量，返回的数据列表包括成功读取的数据长度以及数据，未读取到的数据为 nan，[2,1.444,2.234,nan]。

示例：
```
list_of_three_floats=socket_read_ascii_float(3)
参数：
number=3
socket_name=socket_0，默认名称
timeout=2，默认超时时间
返回值：读取的数据列表，[3,3.12,3.11,8.24]、[2,3.12,3.11,nan]或
    [0,nan,nan,nan]
```

6.1.6 读取 32 位整数

```
socket_read_binary_integer(number, socket_name="socket_0", timeout=2)
```

功能： 该指令用于从连接的 TCP/IP 服务器读取多个 32 位整数数据，数据格式为网络字节序（networkbyte order）。

参数： number：需要读取的数据个数，integer 型数据：[1:30]；
socket_name：服务器名称，不指定名称或指定的名称为空时，使用默认名称“socket_0”，string 型数据（可选参数）；
timeout：超时时间，单位：秒，若小于等于 0，则等待超时时间为无限长，float 型数据（可选参数）。

返回值： list 型数据，读取的数据列表，列表的第一个元素为成功读取的数据个数，第二个元素开始为读取的 integer 数据；
若读取失败，则列表第一个元素为 0，其他元素为-1，类似 [0,-1,-1,-1]；
若读取成功，会返回数据列表，内容类似 [2,100,200]；
若接收的数据长度不满足 <number> 的数量，返回的数据列表包括成功读取的数据长度以及数据，未读取到的数据为-1，[2,100,200,-1]。

示例：
```
list_of_three_ints=socket_read_binary_integer(3)
参数：
number=3
socket_name=socket_0，默认名称
timeout=2，默认超时时间
返回值：读取的数据列表，[3,100,200,300]或[0,-1,-1,-1]
```

6.1.7 读取字节流

```
socket_read_byte_list(number, socket_name=”socket_0”, timeout=2)
```

功能： 该指令用于从连接的 TCP/IP 服务器读取多个字节数据。

参数： number：需要读取的数据个数，integer 型数据：[1:512]；
socket_name：服务器名称，不指定名称或指定的名称为空时，使用默认名称“socket_0”，string 型数据（可选参数）；
timeout：超时时间，单位：秒，若小于等于 0，则等待超时时间为无限长，float 型数据（可选参数）。

返回值： list 型数据，读取的数据列表，列表的第一个元素为成功读取的数据个数，第二个元素开始为读取的字节数据；
若读取失败，则列表第一个元素为 0，其他元素为-1，类似 [0,-1,-1,-1]；
若读取成功，会返回数据列表，内容类似 [2,100,200]；
若接收的数据长度不满足 <number> 的数量，返回的数据列表包括成功读取的数据长度以及数据，未读取到的数据为-1，[2,100,200,-1]。

示例：
```
list_of_three_byts=socket_read_byte_list(3)
参数：
number=3
socket_name=socket_0，默认名称
timeout=2，默认超时时间
返回值：读取的数据列表，[3,100,200,123]或[0,-1,-1,-1]
```

6.1.8 发送字节流

```
socket_send_byte_list(value, socket_name="socket_0")
```

功能： 该指令用于向连接的 TCP/IP 服务器发送一组字节数据。

参数： value：需要发送的字节数据，整数列表，list 型数据；
socket_name：服务器名称，不指定名称或指定的名称为空时，使用默认名称“socket_0”，string 型数据（可选参数）。

返回值： integer 型数据，返回成功发送的字节长度。

示例：
```
socket_send_byte_list([1, 0x3, 0x2E, 3])
参数：
value=[1, 0x3, 0x2E, 3]
socket_name=socket_0，默认名称
返回值：若发送成功，则返回4
```

6.1.9 读取字符串

```
socket_read_string(socket_name="socket_0", prefix="", suffix="", timeout
   =2)
```

功能： 该指令用于从连接的 TCP/IP 服务器读取全部数据，并根据 <prefix> 与 <suffix> 的设置，返回符合规则的字符串数据。

参数： vasocket_name：服务器名称，不指定名称或指定的名称为空时，使用默认名称“socket_0”，string 型数据（可选参数）；
prefix：字符串匹配前缀，string 型数据（可选参数）；
suffix：字符串匹配后缀，string 型数据（可选参数）；
timeout：超时时间，单位：秒，若小于等于 0，则等待超时时间为无限长，float 型数据（可选参数）。

返回值： string 型数据，读取到的字符串变量。未指定 prefix 和 suffix 时，返回读取的全部字符串数据；只指定了 prefix 时，会返回 prefix 后所有读取到的字符串数据，不包括 prefix 字符串本身；只指定了 suffix 时，会返回 suffix 前所有读取到的字符串数据，不包括 suffix 字符串本身。prefix 和 suffix 都指定了时，返回 prefix 和 suffix 之间的字符串，不包括 prefix 和 suffix 字符串本身。本次未被读取的数据，会保留在 socket 中，可以进行循环读取。读取超时，返回空字符串。

示例：
```
while(True):
    string_from_server=socket_read_string(prefix="<",suffix
       =">")
    if len(string_from_server)==0:
        break
    textmsg(string_from_server)
说明：假设socket_0 服务器发送的字符串为"<111><222><333><444>"
返回值：会依次返回"111"、"222"、"333"、"444"
```

注意： 可以使用 socket_read_string(suffix=“\n”) 脚本，实现对服务器的字符串数据按行读取；该指令单次获取的最大数据量为 2047。

6.1.10 发送一个字节

```
socket_send_byte(value, socket_name="socket_0")
```

功能： 该指令用于向连接的 TCP/IP 服务器发送一个字节数据，可以用于发送 ASCII 字符数据：如 10 代表“\n”。

参数： value：需要发送的字节数据，string 型数据或 integer 型数据，若为 string 型数据，长度不能超过 1，若为 integer 型数据，范围若超过 [0-255]，会自动按照内存类型转换或内存截断的方式强制转换至范围内；
socket_name：服务器名称，不指定名称或指定的名称为空时，使用默认名称“socket_0”，string 型数据（可选参数）

返回值： boolean 型数据，如果发送成功，返回 True，如果发送失败，返回 False。

示例：
```
socket_send_byte(10)
参数：
value=10，ASCII 字符数据，10 代表”\n”
socket_name=socket_0，默认名称
返回值：True 或False
socket_send_byte(”a”)
参数：
value=”a”，string 字符数据
socket_name=socket_0，默认名称
返回值：True 或False
```

6.1.11 发送 32 位整数

```
socket_send_int(value, socket_name=”socket_0”)
```

功能： 该指令用于向连接的 TCP/IP 服务器发送整数（int32_t）数据，发送格式为网络字节序（network byte order）。

参数： value：需要发送的字节数据，integer 型数据；
socket_name：服务器名称，不指定名称或指定的名称为空时，使用默认名称“socket_0”，string 型数据（可选参数）。

返回值： boolean 型数据，如果发送成功，返回 True，如果发送失败，返回 False。

示例：
```
socket_send_int(10)
返回值：True 或False
```

6.1.12 发送一行字符串

```
socket_send_line(str, linefeed_type=0, socket_name="socket_0")
```

功能： 该指令用于向连接的 TCP/IP 服务器以 ASCII 编码发送字符串数据，发送时会在字符串数据 <str> 的末尾增加用户指定的换行符。

参数： str：要发送的字符串，string 型数据；
linefeed_type：换行符类型，integer 型数据，0：末尾增加“\n”换行符，1：末尾增加“\r”换行符，2：末尾增加“\r\n”换行符，默认类型为 0（可选参数）；
socket_name：服务器名称，不指定名称或指定的名称为空时，使用默认名称“socket_0”，string 型数据（可选参数）。

返回值： boolean 型数据，如果发送成功，返回 True，如果发送失败，返回 False。

示例：
```
socket_send_line("Hello world")
说明：发送“Hello world\n”至服务器socket_0
返回值：True 或False
```

6.1.13 发送字符串

```
socket_send_string(str, socket_name="socket_0")
```

功能： 该指令用于向连接的 TCP/IP 服务器以 ASCII 编码发送字符串数据。

参数： str：支持 Python 内置数据类型：string、list、boolean、integer、float 等数据类型；
socket_name：服务器名称，不指定名称或指定的名称为空时，使用默认名称“socket_0”，string 型数据（可选参数）

返回值： boolean 型数据，如果发送成功，返回 True，如果发送失败，返回 False。

示例：
```
socket_send_string("Hello world")
说明：发送“Hello world”至服务器socket_0
返回值：True 或False
```

6.1.14 发送设置数据

```
socket_set_var(name, value, socket_name="socket_0")
```

功能： 该指令用于向连接的 TCP/IP 服务器发送内容为“SET <name> <value>\n”的数据，用于实现设置服务器整型变量的值的功能。

参数： name：变量名称，string 型数据；
value：变量值，integer 型数据；
socket_name：服务器名称，不指定名称或指定的名称为空时，使用默认名称“socket_0”，string 型数据（可选参数）。

返回值： 无

示例：
```
socket_set_var(”JOINT_0”,1000)
说明：发送字符串“SET JOINT_0 1000\n”至服务器socket_0
```

6.2 RPC

6.2.1 创建远程调用句柄

```
rpc_factory(type, url)
```

功能： 该指令用于创建一个远程调用（RPC）句柄，用于实现远程调用功能。

参数： type：RPC 类型，目前仅支持“xmlrpc”类型，string 型数据；url：RPC 服务器地址，格式为“<ip-address>:<port>”或“http://<ip address>:<port>/<path>”，如“127.0.0.1:5050”或“http://127.0.0.1:5050/RPC2”，string 型数据。

返回值： Object，RPC 句柄。

示例：
```
camera=rpc_factory(”xmlrpc”,”http://127.0.0.1:5050/RPC2”)
camera.capture()
说明：创建相机的RPC 远程调用句柄，并调用相机的方法进行拍照操作
返回值：RPC 句柄
```

第 7 章 系统指令

7.1 线程

7.1.1 启动线程

```
start_thread(fundef, arg)
```

功能： 该指令用于启动线程。

参数： fundef：定义的函数，function arg：传入 fundef 的参数，tuple。

返回值： 线程 ID。

示例：

```
def thread_test(a,b):
    sum=a+b;
    for i in range(0,5):
        if i%2==0:
            sum +=sum
    return sum
global test_thread_id
test_thread_id=start_thread(thread_test, (1,2))
参数:
fundef=thread_test
返回值: 线程ID
```

7.1.2 关闭线程

```
stop_thread(thread_id)
```

功能： 该指令用于关闭线程；线程外关闭线程。

参数： thread_id：启动线程返回的线程 ID。

返回值： 无

示例：

```
id=start_thread(thread_test,(1,2))
stop_thread(id)
```

7.2 任务运行

7.2.1 暂停任务运行

```
pause()
```

功能： 该指令用于暂停任务运行。

参数： 无

返回值： 无

示例：
```
pause()
暂停任务运行
```

7.2.2 停止任务运行

```
halt()
```

功能： 该指令用于停止任务运行。

参数： 无

返回值： 无

示例：
```
halt()
停止任务运行
```

7.3 提示警告

7.3.1 发送字符串至 EliRobot

```
textmsg(s1, s2='')
```

功能： 该指令用于发送 s1 和 s2 连接后的字符串到 EliRobot，并显示在 EliRobot 的日志栏中。

参数： s1：消息字符串，也可发送其他类型的变量，integer,boolean,list 型数据等；
s2：消息字符串，也可发送其他类型的变量，integer,boolean,list 型数据等（可选参数，默认为空字符串）。

返回值： 无

示例：
```
textmsg("value=",3)
```

注意： 不建议高频率并且大量的调用该脚本函数，否则可能导致软件性能问题。

7.3.2 弹框

```
popup(s,title='Popup', warning=False, error=False, blocking=False)
```

功能： 该指令用于弹出窗口并显示消息。

参数： s：消息字符串，支持 Python 内置数据类型：string、list、boolean、integer、float 等数据类型；
title：标题字符串，支持 Python 内置数据类型：string、list、boolean、integer、float 等数据类型；
warning：警告消息，boolean 型数据；
error：错误消息，boolean 型数据；
blocking：是否为阻塞式弹出窗口（sec 函数中强制为非阻塞式弹出窗口）。

返回值： 无

示例：
```
popup(s="here I am",title="Popup#1",blocking=True)
```

7.4 字符

7.4.1 字符串索引

```
str_at(src, index)
```

功能： 该指令用于提供对字符串字节的直接访问。此接口返回一个字符串，该字符串包含源字符串中与指定索引对应的位置处的字符。

参数： src：源字符串，string 型数据；
index：指定字符串中的位置，integer 型数据。

返回值： string 型数据，索引号对应的字符，如果索引无效，则会引发异常。

示例：
```
str_at(”Hello”,0)
返回值：’H’
str_at(”Hello”,1)
返回值：’e’
str_at(”Hello”,10)
返回值：报警索引超出范围
str_at(””,0)
返回值：给定的源字符串为空
```

7.4.2 字符串拼接

```
str_cat(object1, object2)
```

功能： 该指令用于实现将输入的两个数据按照一定规则转换为字符串并进行连接，输入的两个数据可以为任意 Python 内置数据类型。其中浮点数类型将被格式化为 6 位小数，并删除末尾无效的 0。连接后的字符串最大长度为 1023 个字符，超过该长度会触发运行时异常。

参数： object1：第一个数据，string、boolean、integer、float、list 型数据；
object2：第二个数据，string、boolean、integer、float、list 型数据。

返回值： string 型数据，拼接后的字符串。

示例：
```
str_cat(”Hello”,” World!”)
返回值：”Hello World!”
str_cat(”Integer ”,1)
返回值：”Integer 1”
str_cat(””,[1.0,2.0,3.0,4.0,5.0,6.0])
返回值：”[1,2,3,4,5,6]”
str_cat([True,False, True],[1,0,1])
返回值：”[True,False, True][1,0,1]”
str_cat(str_cat(””,str_cat(”11”,”22”)),str_cat(”Three”,”Four”))
返回值：”1122ThreeFour”
```

7.4.3 空字符串判断

```
str_empty(str)
```

功能： 该指令用于 str 为空时返回 true，否则返回 false。

参数： str：源字符串，string 型数据。

返回值： boolean 型数据，如果字符串为空则为 True，否则为 False。

示例：
```
str_empty("")
返回值：True
str_empty("Hello")
返回值：False
```

7.4.4 字符串匹配

```
str_find(src, target, start_from=0)
```

功能： 该指令用于在 src 中查找子字符串目标的第一个匹配项，字符串为零索引。

参数： src：源字符串，string 型数据；
target：要搜索的子字符串，string 型数据；
start_from：可选起始位置（默认为 0），integer 型数据。

返回值： integer 型数据，如果在 src 中找到了目标字串，则返回目标字串的位置。如果 src 中找不到目标字串，则为-1。

示例：
```
str_find("Hello World!","o")
返回值：4
str_find("Hello World!","lo")
返回值：3
str_find("Hello World!","o",5)
返回值：7
str_find("abc","z")
返回值：-1
```

7.4.5 字符串长度

```
str_len(str)
```

功能： 该指令用于返回字符串中的字节数。

参数： str：源字符串，string 型数据。

返回值： integer 型数据，输入字符串中的字节数。

示例：
```
str_len(”Hello”)
返回值：5
str_len(””)
返回值：0
```

7.4.6 获取子字符串

```
str_sub(src, index, len)
```

功能： 该指令用于返回 src 的子字符串。结果是 src 的子字符串，从 index 指定的字节开始，长度最多为 len 字节。如果请求的子字符串超出了原始字符串的末尾（即 index+len>src length），则结果子字符串的长度将限制为 src 的大小。如果 index 或 len 不在范围内，则引发异常。字符串为零索引。

参数： src：源字符串，string 型数据；
index：整型值，指定范围 [0，src length] 中的初始字节，integer 型数据；
len：子字符串的长度。如果未指定 len，则为范围 [索引，src 长度] 中的字符串，integer 型数据（可选参数）。

返回值： string 型数据，src 中从索引开始并截取 len 个字符的部分。

示例：
```
str_sub(”0123456789abcdefghij”,2,0)
返回值：”” (len 是0)
str_sub(”abcde”,2,50)
返回值：”cde”
str_sub(”abcde”,-5,50)
返回值：报警索引超出范围
str_sub(”0123456789abcdefghij”,5,3)
返回值:”567”
str_sub(”0123456789abcdefghij”,10)
返回值:”abcdefghij”
```

7.4.7 字符串转数字

```
to_num(str)
```

功能： 该指令用于将字符串转换为整型或浮点型数字。‘.’小数点是区分二者的关键，但注意的是科学计数法默认为浮点型。合法的字符串包含可选的开头“+”/“-”号后跟上下列字串 (不区分大小写):
(1) 由十进制数字组成的十进制数 (如,40), 拥有 ‘.’ 的浮点数 (如,10.1,-2.,.3)，采用科学计数法表示的浮点数 (如,10E1,1.5E4)。
(2) 以‘0X’开头的十六进制数 (如,0XABC,0x4a)。
(3) 用“INF”或“INFINITY”代表的无穷大。
(4) 用“NAN”代表的无意义数。
如果字符串所代表的数字过大将会出现异常 (如,1.18973e+4932)。

参数： str: 要转换的字符串，string 型数据。

返回值： float 型数据或 integer 型数据，字符串所代表的数值。

示例：

```
to_num(”10”)
返回值：10，integer
to_num(”0xce110”)
返回值：844048，integer
to_num(”3.14”)
返回值：3.14，float 型数据
to_num(”NAN”)
返回值：nan
to_num(”123abc”)
返回值：报警非法的字符串输入
```

7.4.8 数字转字符串

```
to_str(val)
```

功能： 该指令用于获取值的字符串表示形式；
结果字符串不能超过 1023 个字符。浮点数的格式为 6 位小数，尾随的 0 将被移除。

参数： val：要转换的值，float 型数据或 integer 型数据。

返回值： string 型数据，给定值的字符串表示形式。

示例：
```
to_str(10)
返回值："10"
to_str(3.123456123456)
返回值："3.123456"
to_str([1.0,2.0,3.0,4.0,5.0,6.0])
返回值："[1,2,3,4,5,6]"
to_str([True,False, True])
返回值："[True,False, True]"
```

7.5 其他

7.5.1 休眠

```
sleep(t)
```

功能： 该指令用于休眠一段时间。

参数： t：时间 [s],float 型数据。

返回值： 无

示例：
```
sleep(0.5)
```

7.5.2 设置系统内部标记位的值

```
set_flag(n, b)
```

功能： 该指令用于设置系统内部标记位的值，类似虚拟数字输出 IO，用于在不同程序运行时保存数据信息。

参数： n：标记的索引，integer 型数据：[0:31]；
b：标记值，boolean 型数据。

返回值： 无

示例：
```
set_flag(1,True)
```

7.5.3 获取系统内部标记位的值

```
get_flag(n)
```

功能： 该指令用于获取系统内部标记位的值，类似虚拟数字输出 IO，用于在不同程序运行时保存数据信息。

参数： n：标记的索引，integer 型数据：[0:31]。

返回值： boolean 型数据，内部标记位的值。

示例：
```
get_flag(0)
返回值：内部标记位的值，True 或False
```

7.5.4 获取机器人步长时间

```
get_steptime()
```

功能： 该指令用于返回机器人时间步长的持续时间（以秒为单位）。在每个时间步长中，机器人控制器会从机器人接收测量的关节位置和速度，并将所需的关节位置和速度发送回机器人。上述过程以预定的频率在有规律的间隔发生。该间隔长度是机器人的时间步长。

参数： 无

返回值： float 型数据，机器人步长的持续时间。

示例：
```
get_steptime()
返回值：机器人步长的持续时间
```

7.5.5 启用看门狗功能

```
rtsi_set_watchdog(variable, frequency, action)
```

功能： 该指令用于启用 RTSI 的看门狗功能，可监视 RTSI 输入变量的设置频率。若其监视到的频率小于设置频率，运行中的程序将会触发“无操作”、“暂停”或“停止”动作。一旦程序停止，所有被监视的变量将不再被监视。

参数： variable：待监视的变量名，字符串数据，例如：“speed_slider_mask”；
frequency：指定的频率；
action：触发的动作，字符串数据，例如：“ignore”、“pause”、“stop”。

返回值： 无

示例：
```
rtsi_set_watchdog(”speed_slider_mask”, 10, ”pause”)
```

7.5.6 控制机器人的关节位置

```
servoj (q, t=0.010, lookahead_time=0.1, gain=300)
```

功能： 该指令用于实时控制机器人的关节位置，在前瞻时间内利用时间间隔处理接收到的关节角度，并进行均值滤波，再将滤波的数据进行样条拟合，从而得到实时控制所需的关节位置。

参数： q：关节角度，单位：弧度，list 型数据（可选参数）；
t：时间间隔，单位：秒，范围为大于 0.008，执行该指令时会阻塞该时间长度，float 型数据（可选参数）；
lookahead_time：前瞻时间，单位：秒，范围为 [0.03, 0.2]，float 型数据（可选参数）；
gain：增益，无数据范围，该参数暂不使用，将在后续版本中生效，float 型数据（可选参数）。

返回值： 无

示例：
```
servoj (q, t=0.010, lookahead_time=0.1, gain=300)
```

7.5.7 关闭电源

```
powerdown ()
```

功能： 该指令用于停止机器人运行并关闭机器人和控制柜的电源。

参数： 无

返回值： 无

示例：

```
powerdown()
```

ELITE ROBOTS
艾利特机器人

明天比今天更简单一点

联系我们

商务合作：market@elibot.cn

技术咨询：technical@elibot.cn

苏州公司（生产基地）

苏州市工业园区长阳街 259 号中新钟园工业坊 4 栋

+86-400-189-9358

北京公司

北京市经济技术开发区荣华南路 2 号院 6 号楼 1102 室

上海公司（研创中心）

上海市浦东新区张江科学城学林路 36 弄 18 号

深圳公司

深圳市宝安区航空路泰华梧桐岛科技创新园 1A 栋 202 室

美国公司

10521 Research Dr., Ste. 104, 37932, Knoxville, TN (USA)

德国公司

Münchener Str. 53, 85290, Geisenfeld, Bavaria (Germany)

日本公司

TOSHIN Hirokoji Honmachi Bldg., 1F, 2-4-3 Sakae, Naka-ku, 460-0008, Nagoya (Japan)

墨西哥公司

Calzada del pedregal 523, fraccionamiento el pedregal

关注公众号了解更多