

研 发 工 艺 文 件

文件编号:	YFGY001641
文件名称:	振动测试工位检验指南
文件版本:	V02
文件类型:	检验指南
文件密级:	G1-Internal Use Only 内部公开
编制:	李羊/汪宇星
校对:	
标准化:	
审核:	20231010
会签:	
批准:	陈安伟 20231010
	范亮亮 20231011
	李瑞设 20231023

版本修订记录			
版本	修订内容	修订者	修订时间
V01	分别以 GCR5 和 GCR10 为例，针对新开发的振动工位和老振动工位， 创建本文档	李羊	20230629
V02	全部 GCR 系列机械臂统一使用新开发的振动工位进行振动判定，同时 去除多臂勾选模式；GCR5 根据实际抖动，修改了 J1 和 J2 的低速阈 值标准，去除 1.28 倍频；该工位统一使用 linux 控制柜，此外振动测 试前需要先进行低速抖动标定。 全型号机械臂振动工位添加低速抖动抑制参数标定流程；振动测试部分 做了适应标定加入的调整。	李羊 汪宇星	20230904

目录

1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 总体说明.....	1
5 振动测试工位-低速抖动抑制参数标定.....	2
5.1 准入状态确认.....	2
5.2 标定软件安装及启动.....	2
5.3 机器人相关参数及版本确认.....	4
5.4 机器人准备工作.....	5
5.5 低速抖动抑制参数标定.....	5
5.6 低速抖动抑制参数数据分析验证及保存.....	6
6 振动测试工位-振动测试.....	9
6.1 准备工作.....	9
6.1.1 机械臂状态确认.....	9
6.1.2 获取最新脚本.....	10
6.2 开展振动测试要求.....	10
6.3 软件使用和结果判定.....	12
6.3.3 软件使用.....	12
6.3.4 结果判定.....	17
6.4 原始数据和分析结果存档要求.....	19

1 范围

本文件以 GCR5 为例和 GCR10 为例，提供了协作机器人的机械臂振动工位的测试指导。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

YFGY001224 机械臂出厂检验规范

YFGY000225 机械臂跑和操作指南_安全版

3 术语和定义

无。

4 总体说明

振动测试工位进行标定及振动测试两个项目，说明如下。

1. 使用 DC15S/DC30D 控制柜及 SlowVibrationTest 低速抖动标定工具对机器人进行出厂前低速抖动抑制参数标定。具体信息如下表所示，相关文件详见关联文件。

表1 振动工位低速抖动抑制参数标定

工位名称	脚本	说明书	适用机械臂型号	分析软件
振动工位-低速抖动抑制参数标定	无	《低速抖动抑制工具操作手册》	GCRx全系列	SlowVibrationTest 标定分析工具

2. 使用 DC15S/DC30D 控制柜控制机械臂运行特定脚本《AllArm_NewVibrationTest.program》，导入控制柜后里面包含四个文件夹 GCR10_12_16、GCR14_20、GCR25_10-2000、GCR3_5_7，如下图所示，分别适用于标示的型号，使用 datacapture 软件进行采集数据，需要加载 datacapture 采集的配置文件进行信号采集。具体信息如下表所示，相关文件详见关联文件。

表2 振动工位振动测试

工位名称	脚本	采样软件配置文件	适用机械臂型号	分析软件
振动工位-振动测试	AllArm_NewVibrationTestV2 .program	datacapture 采集的配置文件	GCRx全系列	数据分析的exe软件 VibrationTestV12.0

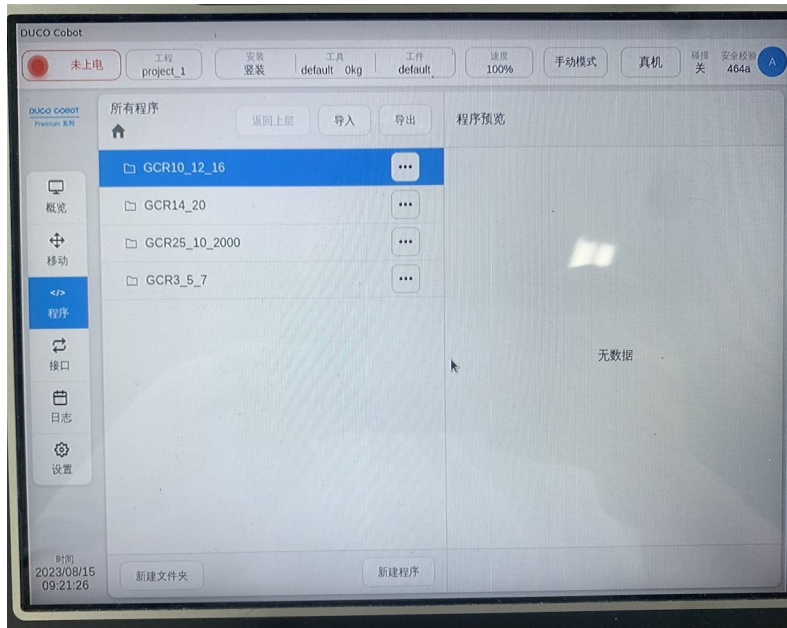


图1

5 振动测试工位-低速抖动抑制参数标定

5.1 准入状态确认

进入标定前，需要满足以下要求：

- a) 必须完成机械臂跑和工位（见 YFGY000225）测试后方可开展该工位测试；
- b) 机械臂末端需要安装好标准负载块；
- c) 底座要求可靠固定；
- d) 机械臂本体线的两端要求可靠连接；

5.2 标定软件安装及启动

参考《低速抖动抑制工具操作手册》中第4章，在 DC15S/DC30D 控制柜中安装机器人低速抖动抑制标定工具，具体步骤如下：

（1）将工具安装包 SlowVibrationTest.tar.gz 文件存放至 U 盘根目录，将 U 盘插至机器人控制柜上，通过键盘按下 `ctrl+alt+f2` 进入后台，输入命令行：

```
sudo（空格） cp（空格） /mnt/usb/sdb1/SlowVibrationTest.tar.gz（空格） ~/
```

将 SlowVibrationTest.tar.gz 文件拷贝至系统根目录下。

（2）拷贝成功后，输入命令行：

```
sudo（空格） tar（空格） -xvf（空格） ./SlowVibrationTest.tar.gz
```

将 SlowVibrationTest.tar.gz 文件解压至系统根目录下。

（3）执行完上述操作后，可以通过命令行：

ls（空格）-a

查看当前系统根目录下是否成功添加工具文件，如下图所示：

```
ubutun@ubutun-B460MD2V:~$ ls -a
.          EEPROM          .profile      .var
..         examples.desktop sdo           .vnc
.bash_history .gconf        sensor_config.json .vscode
.bash_logout .gitconfig    servo_demo    .Xauthority
.bashrc      .gitkraken    SlowVibrationTest .xinputrc
.cache       .gnupg        snap          .xsession-errors
cart.txt     .gvfs         .sogouinput   公共的
case        .ICEauthority img_siasun_cobot 模板
.config     joint.txt      .ssh          视频
.cppcheck   .local        .sudo_as_admin_successful 图片
.cups       .mozilla      .synergy      文档
.dbus       .pki          t             音乐
.designer   .presage     .thunderbird 桌面
Downloads  USB
```

图2

（4）输入命令行：

sudo（空格）~/SlowVibrationTest/run/SlowVibrationTest（空格）~/SlowVibrationTest/

启动低速抖动抑制工具。当工具启动后，会尝试通过本地端口连接机器人控制器。当工具成功连接机器人控制器时，会提示连接成功，如下图所示：

```
webserver start listen:11666
connectToDucoCobot succeeded.connectToDucoCobot end .
motor_pole_pair: 8 8 8 8 8 8
stator_slots: 18 18 18 18 18 18
joint_ratio: 121 121 121 101 101 101
feat freq order:
8 16 18
8 16 18
8 16 18
8 16 18
8 16 18
8 16 18
Close handler
reply: {"id":4,"task":"setTestMode","success":true}
2 max vib velo: 0.0331613
2 first freq: 5.12695 8 8 0.00202777
2 second freq: 5.12695 8 8 0.00202777
2 optimum phase: 0.2 0.2
2 optimum current: 0.3 0.3
2 optimum result:
5.12695 8 0.00202777 0.00203489 0.2 0.3
5.12695 8 0.00202777 0.00203489 0.2 0.3
```

图3

（5）安装完成并启动标定工具后，使用独立电脑或笔记本进行连接控制柜，进入低速抖动标定界面：

关节	振动速度(rad/s)	主倍频频率(Hz)	主倍频数	主倍频幅值	次倍频频率(Hz)	次倍频数	次倍频幅值
1关节	0	0	999	0	0	999	0
2关节	0	0	999	0	0	999	0
3关节	0	5.12695312	8	0.00202776	5.12695312	8	0.00202776
4关节	0	0	999	0	0	999	0
5关节	0	0	999	0	0	999	0
6关节	0	0	999	0	0	999	0

图4

（6）DC15S-J9/DC30D-J9 控制柜安装方式与其他安装细节，参考《低速抖动抑制辨识工具操作手册》。

5.3 机器人相关参数及版本确认

确认机器人控制软件版本，在控制器界面关于中确认当前控制器版本及伺服控制器版本是否满足低速抖动抑制标定版本要求，如图所示：



图5

参考《低速抖动抑制工具操作手册》中 5.2 章，确认标定软件中所显示当前机器人相关参数是否与实际机械臂相符，包括电机极对数、电机齿槽数以及关节减速比。若出现不相符的情况，则根据实际参数并参考《低速抖动抑制工具操作手册》中 5.2 章进行参数设置。如下图所示：

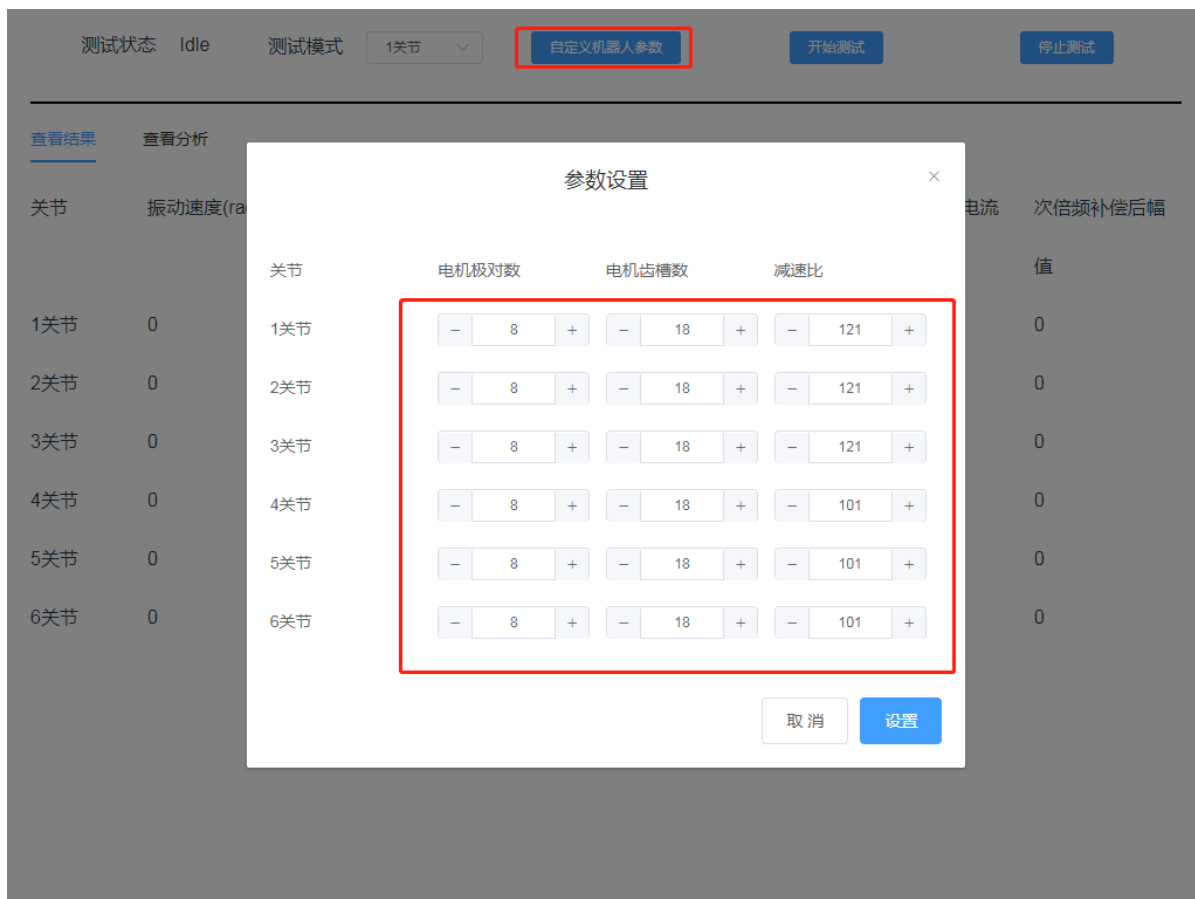


图6

5.4 机器人准备工作

将机器人移动至零位，并确保机器人所有关节 $\pm 10^\circ$ 范围内不存在任何机器人本体以及末端工具与外界以及机器人自身碰撞的风险。在完成上述确认工作后，将机器人上电上使能，将机器人切换至自动模式，并修改全局速度为 100%。

5.5 低速抖动抑制参数标定

参考《低速抖动抑制工具操作手册》中第 5.3 章节，将测试模式切换为**高速模式**，并进行**整臂辨识**，点击开始辨识按钮，辨识状态将切换至 **Running**，等待辨识完成。如下图所示：

测试状态Idle

高速模式

低高

测试模式

1关节

自定义机器人参数

开始测试

停止测试

测试状态

低速/高速模式切换

整臂/单关节测试切换

开始测试按钮

查看结果

查看分析

参数验证

关节	振动速度	1阶倍频补	1阶倍频补	1阶倍频补	2阶倍频补	2阶倍补偿	2阶倍频补	3阶倍频补	3阶倍补偿	3阶倍频补
	(rad/s)	偿相位	偿电流	偿后幅值	偿相位	电流	偿后幅值	偿相位	电流	偿后幅值
1关节	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2关节	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3关节	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4关节	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5关节	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6关节	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

图7

5.6 低速抖动抑制参数数据分析验证及保存

待完整辨识过程完成，辨识状态由 Running 切换至 Finished，分别截图保存查看结果界面及查看分析界面对应显示结果进行保存，如下图所示：

测试状态

Idle

高速模式

低

高

测试模式

1关节

自定义机器人参数

开始测试

停止测试

查看结果

查看分析

参数验证

关节	振动速度(rad/s)	1阶倍频数	1阶倍频幅值	2阶倍频数	2阶次倍频幅值	3阶倍频数	3阶次倍频幅值
1关节	0.03490658	0	0	0	0	0	0
2关节	0.00872664	0	0	0	0	0	0
3关节	0.00872664	0	0	0	0	0	0
4关节	0.00872664	0	0	0	0	0	0
5关节	0.00872664	0	0	0	0	0	0
6关节	0.00872664	0	0	0	0	0	0

图8

首先观察“查看分析”页面，其中记录了机械臂未经补偿的原始 1 阶/2 阶/3 阶振动情况。若对应倍频数显示为 0，则代表对应振动较小，无需进行补偿，否则会显示其对应振动倍频数，并进行抑振补偿。

测试状态	Idle	高速模式	低	高	测试模式	1关节	自定义机器人参数	开始测试	停止测试
------	------	------	---	---	------	-----	----------	------	------

查看结果	查看分析	参数验证
------	------	------

关节	振动速度 (rad/s)	1阶倍频补 偿相位	1阶倍频补 偿电流	1阶倍频补 偿后幅值	2阶倍频补 偿相位	2阶倍频补 偿电流	2阶倍频补 偿后幅值	3阶倍频补 偿相位	3阶倍频补 偿电流	3阶倍频补 偿后幅值
1关节	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2关节	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3关节	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4关节	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5关节	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6关节	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

图9

然后观察查看结果页面，观察 1 阶倍频、2 阶倍频、3 阶倍频中需要补偿的倍频所对应的补偿后幅值与查看分析页面中的对应倍频原始幅值，补偿后幅值应明显小于原始幅值。若补偿后赋值未明显小于原始幅值，则观察是否原始幅值本身较小（小于 0.02），若是，则代表该关节低速抖动性能较优，无法进一步优化。若存在原始幅值较大，而补偿后幅值仍然较大的情况，则视为该关节标定结果异常，进行重新标定。若重新标定后仍无法恢复正常，则联系研发进行协助分析。

若标定结果无误，则进入参数验证界面进行结果保存，标定结果将自动以 xml 格式保存至本地默认下载路径，如下图所示：

测试状态	Idle	高速模式	低	高	测试模式	1关节	自定义机器人参数	开始测试	停止测试
------	------	------	---	---	------	-----	----------	------	------

查看结果	查看分析	参数验证
------	------	------

关节	1阶倍频补偿参数	2阶倍频补偿参数	3阶倍频补偿参数	下载参数至本地	写入参数	清空参数
1关节	0	0	0		写入参数	清空参数
2关节	0	0	0		写入参数	清空参数
3关节	0	0	0		写入参数	清空参数
4关节	0	0	0		写入参数	清空参数
5关节	0	0	0		写入参数	清空参数
6关节	0	0	0		写入参数	清空参数

图10

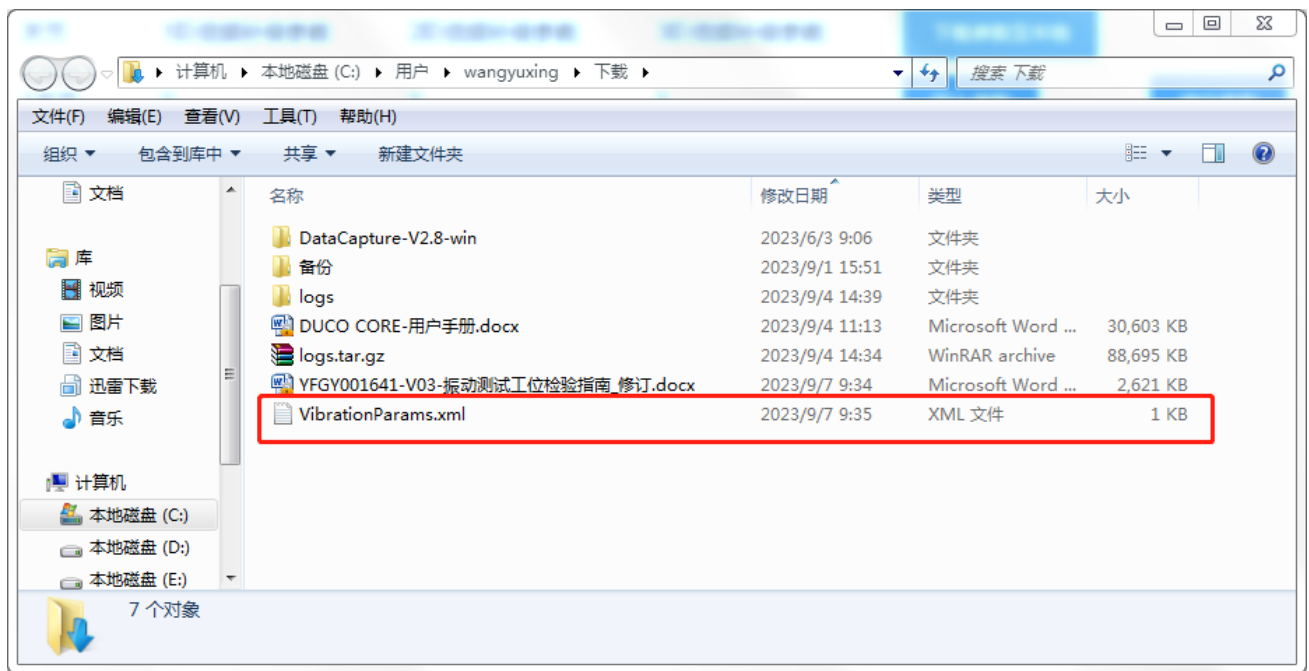


图11

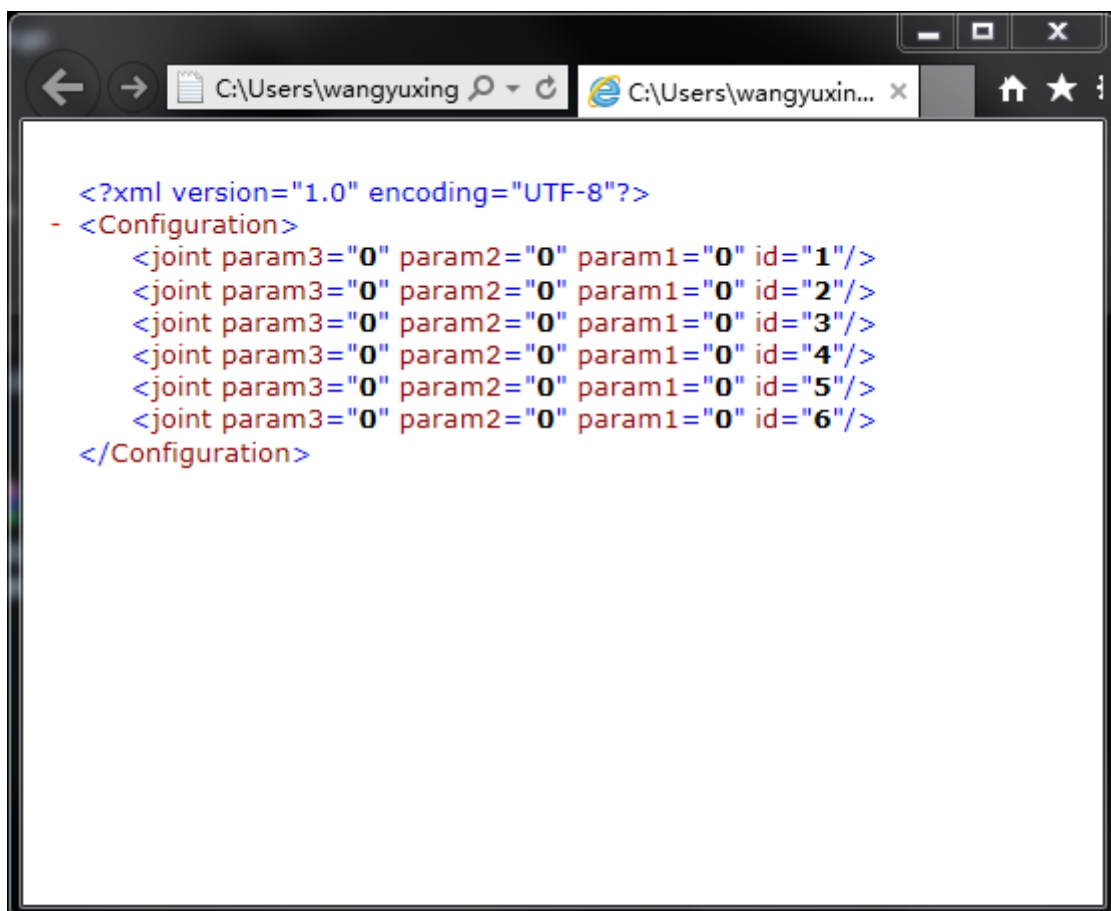


图12

该文件需要手动进行备份，并在后续工艺流程中配合 1.9.0 及以上版本 SiasunEngineer 生成对应机械臂关节文件时使用，如下图所示：



图13

若对应机械臂使用 SiasunEngineer 生成关节文件时选择了对应的低速抖动抑制参数文件，则生成的关节文件中会自动包含低速抖动抑制参数，否则则会按照默认参数进行生成。

6 振动测试工位-振动测试

6.1 准备工作

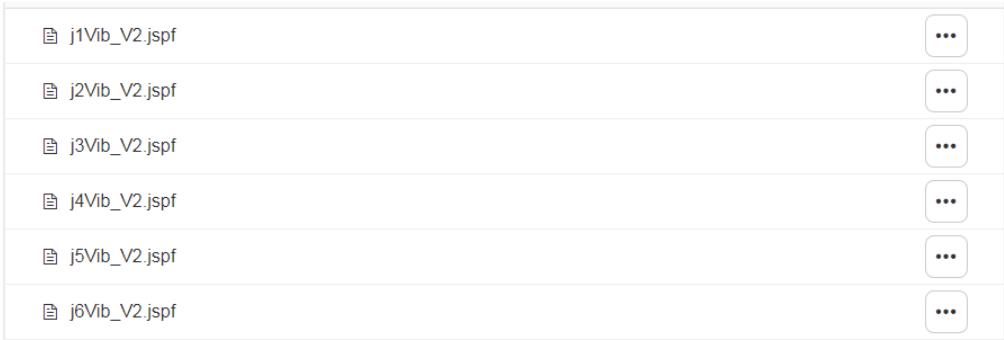
6.1.1 机械臂状态确认

开展测试前完成以下确认：

- a) 机械臂末端需要安装好标准负载块；
- b) 底座要求可靠固定；
- c) 机械臂本体线的两端要求可靠连接；

6.1.2 获取最新脚本

需要提前准备好最新振动测试脚本，一般情况下，需要从最新发布的《1.6.20001281-Siasunengineer component 配置文件》物料获取相关脚本，例如：以 GCR5 为例，下载好 components 文件夹后，获取 AllArm_NewVibrationTest.program（也见关联文档）；导入控制柜并打开 GCR3_5_7 文件夹后如图 14 所示，有 jxVib_V2.jspf，其中 x 代表 1-6 轴，以轴 1 为例测试脚本为 j1Vib_V2.jspf，打开后如 6.2 所示。



j1Vib_V2.jspf	...
j2Vib_V2.jspf	...
j3Vib_V2.jspf	...
j4Vib_V2.jspf	...
j5Vib_V2.jspf	...
j6Vib_V2.jspf	...

图14

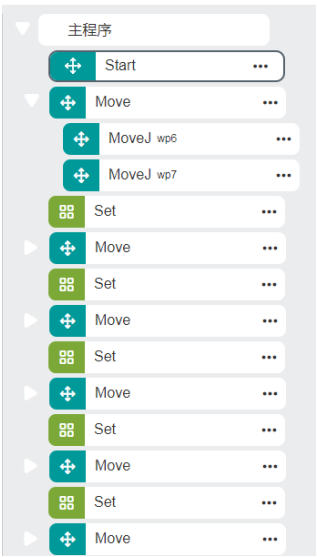


图15

6.2 开展振动测试要求

具体要求如下：

- d) 运行脚本前，必须正确配置好所用的标准负载块信息，同时安全设置中，机器人安全参数配置与关节安全参数如下图 16 和图 17 所示，特别是末端最大速度 2.5m/s 和关节 1-6 轴速度 $224.99^{\circ}/s$ （以 GCR5 为例）；
- e) 必须设置为自动模式和速度进度条为 100%；

- f) 必须全部六个速度段的采集，若发现较高速度无法成功采集，需要检查负载块信息、机器人安全参数配置与关节安全参数是否设置正确；
- g) 完成数据采集后必须将数据转化为 csv 格式，如图 18 所示，dat 格式文件可以删除。

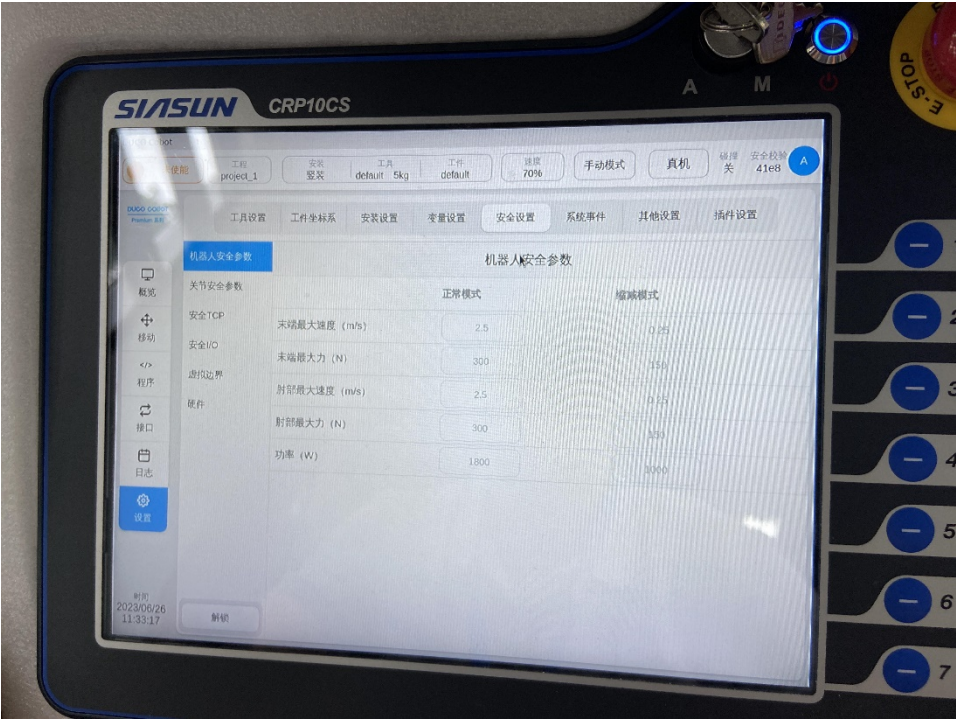


图16

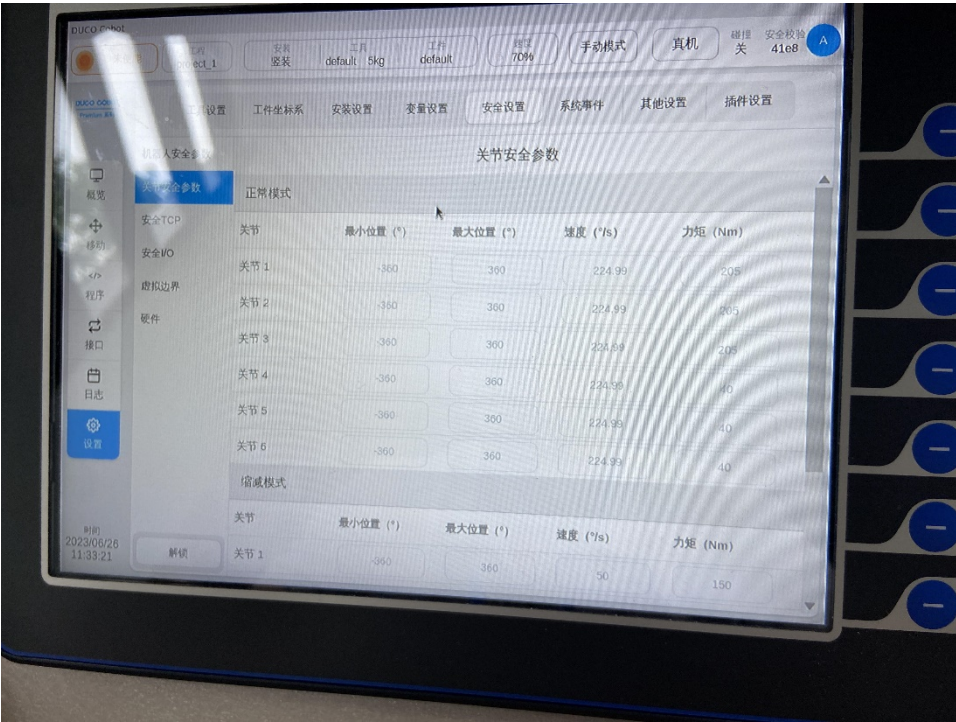


图17

总数据 (到6.25) > GCR3-715-LFN23022801R0121				
名称	修改日期	类型	大小	
J1.dat	2023/4/10 20:11	DAT 文件	1,575 KB	
J1.dat.csv	2023/4/10 20:11	Microsoft Excel ...	734 KB	
J2.dat	2023/4/10 20:13	DAT 文件	1,505 KB	
J2.dat.csv	2023/4/10 20:13	Microsoft Excel ...	706 KB	
J3.dat	2023/4/10 20:14	DAT 文件	1,741 KB	
J3.dat.csv	2023/4/10 20:14	Microsoft Excel ...	820 KB	
J4.dat	2023/4/10 20:16	DAT 文件	1,617 KB	
J4.dat.csv	2023/4/10 20:16	Microsoft Excel ...	721 KB	
J5.dat	2023/4/10 20:17	DAT 文件	1,570 KB	
J5.dat.csv	2023/4/10 20:36	Microsoft Excel ...	705 KB	
J6.dat	2023/4/10 20:19	DAT 文件	1,578 KB	
J6.dat.csv	2023/4/10 20:19	Microsoft Excel ...	708 KB	

图18

6.3 软件使用和结果判定

6.3.3 软件使用

软件使用方法如下：

- h) 将上节采集好数据的文件夹放置在特定路径下，如下图所示的...\臂振动工位采集数据\波形7.19，文件夹 GCR5-728-LFN22080504R1391 内含有和图 18 一样的文件，需要注意的是：V11 版本的强制要求（必须同时新建一个 Output 文件夹用于输出文件的汇总）已经优化，新建 Output 文件夹或者不新建都行，软件检测没有该文件夹时会自行创建。

臂振动工位采集数据 > 波形7.19 >				
名称	修改日期	类型	大小	
GCR5-728-LFN22080504R1391	2023/7/20 19:01	文件夹		
Output	2023/7/20 18:32	文件夹		

图19

- i) 双击打开下图软件，启动后如图 20 所示。需要注意，此处以 V11 版本为例进行说明，实际软件界面显示的版本号，以最新发布的为准。

新加卷 (D:) > V8.3 > exeV11.0 > V2 > for_redistribution_files_only				
名称	日期	类型	大小	标记
VibrationTestV11.exe	2023/8/9 10:35	应用程序	1,963 KB	
splash.png	2015/6/25 21:08	ACDSee 10.0 PN...	52 KB	
readme.txt	2023/8/9 10:35	文本文档	2 KB	
default_icon.ico	2013/6/20 21:02	图标	47 KB	

图20

图20展示了“振动测试软件 V11.0”的界面。该界面包含以下元素：

- 标题栏：**显示“V2”以及最小化、最大化和关闭按钮。
- 主标题：**“振动测试软件 V11.0”。
- 计算配置区域：**
 - 型号：**下拉菜单，当前选择“GCR5_7-910”。
 - 臂号：**文本框，输入“SNxx”。
 - J1:** 文本框，输入“SJ1”。
 - J2:** 文本框，输入“SJ2”。
 - J3:** 文本框，输入“SJ3”。
 - 选择文件：**按钮，位于“请选择测量文件 所在文件夹”文本框左侧。
- 计算结果区域：**

	J1	J2	J3	J4	J5	J6
结论	J1	J2	J3	J4	J5	J6
高速段	J1	J2	J3	J4	J5	J6
低速段	J1	J2	J3	J4	J5	J6
- 其他区域：**
 - 重置：**按钮。
 - 错误查询：**按钮。

图21

j) 以 GCR5 为例，1 处选择 GCR5_7-910 选项，点击 2 处跳转到选择文件路径界面，选择 3 处文件路径后，点击 4 处的选择文件夹，开始数据分析。如下图所示。

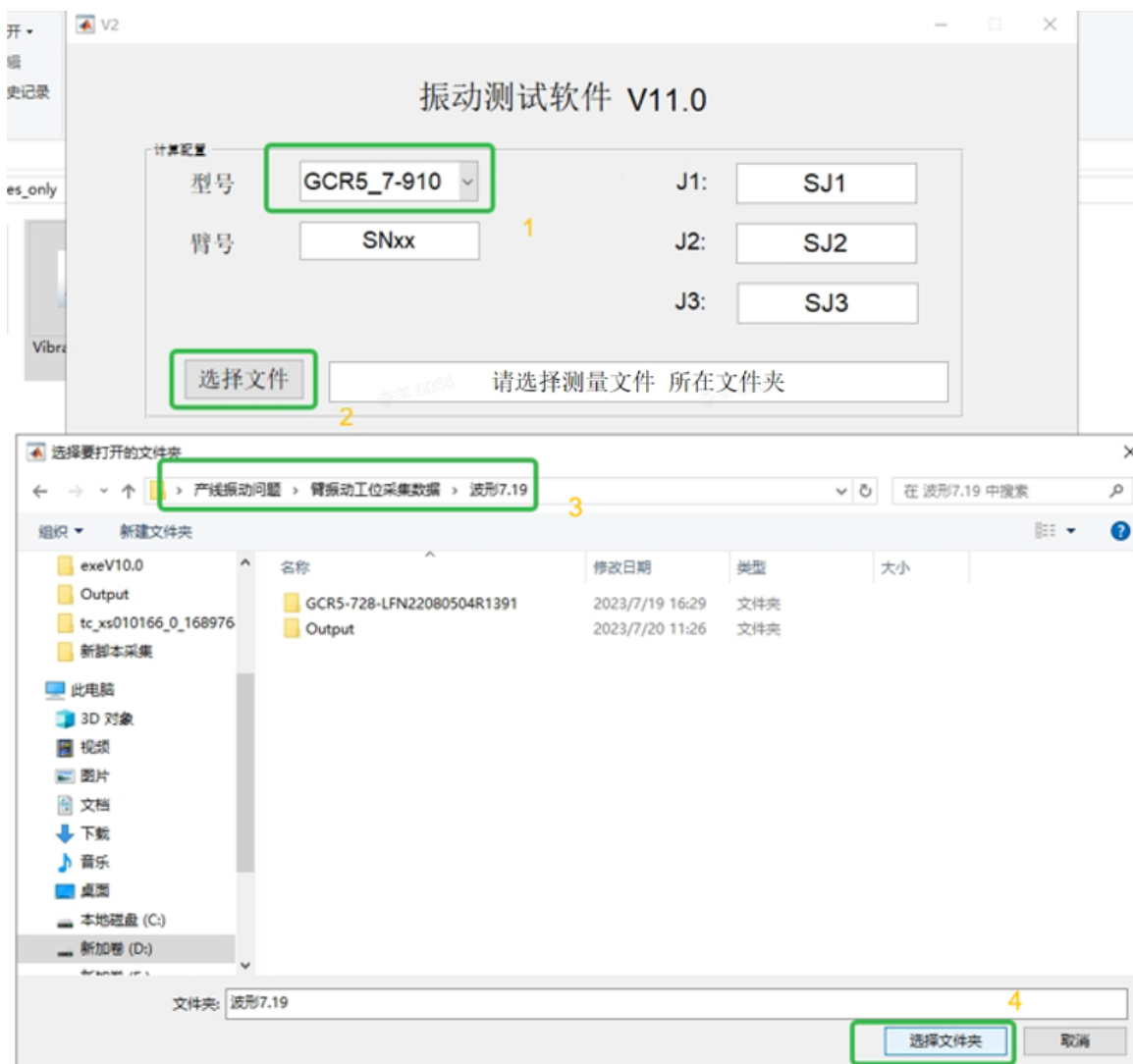


图22

- k) 正常情况下，出现下图 23 所示提示，说明数据正在处理中；异常情况出现下图 24 所示提示，这是因为所选路径下的机械臂型号是 GCR5，而不是 GCR16，导致的错误；此外当采样臂的文件，不是图 22 所示的 GCR5-728-XXX 的规范形式，而变成了 GCR5728-XXX（少了-）或者 GCR 5-728-XXX（多了空格）等不规范形式，也会提示这个异常。

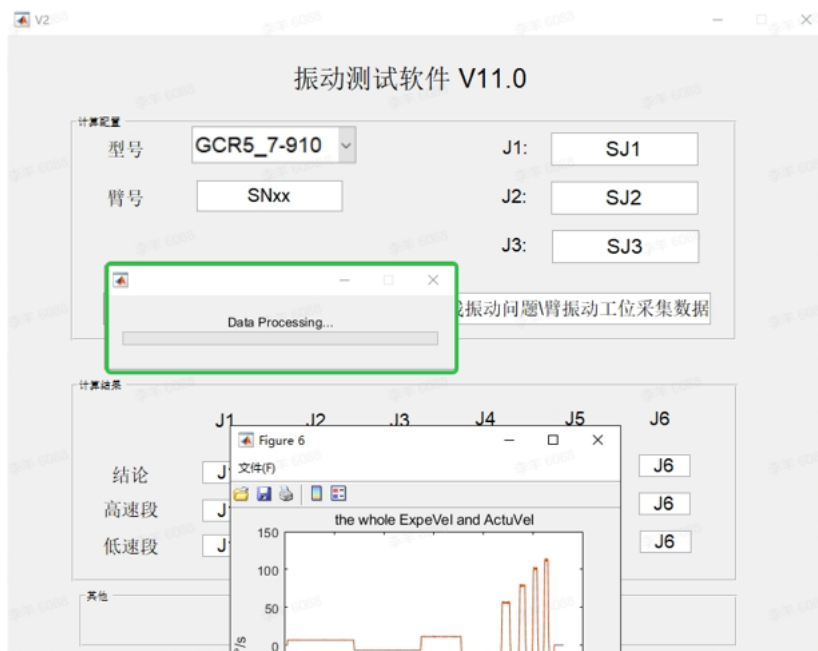


图23



图24

- 1) 完成数据分析后, 会新增 6 个轴的速度实际值和指令值的界面, 如图 25 所示, 同时主界面显示下图所示界面, 此时主要关心结论就行。

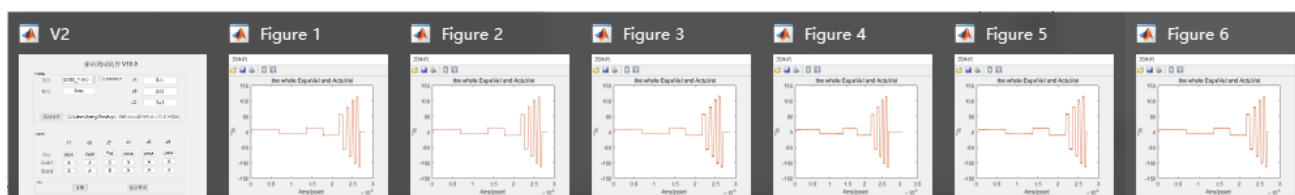


图25

振动测试软件 V11.0

计算配置

型号

GCR5_7-910

J1:

SJ1

臂号

SNxx

J2:

SJ2

J3:

SJ3

选择文件

C:\Users\liyang\Desktop\产线振动问题\臂振动工位采集数据

计算结果

	J1	J2	J3	J4	J5	J6
结论	pass	pass	Fail	pass	pass	pass
高速段	A	A	C	A	A	A
低速段	A	A	B	A	A	A

其他

重置

错误查询

图26

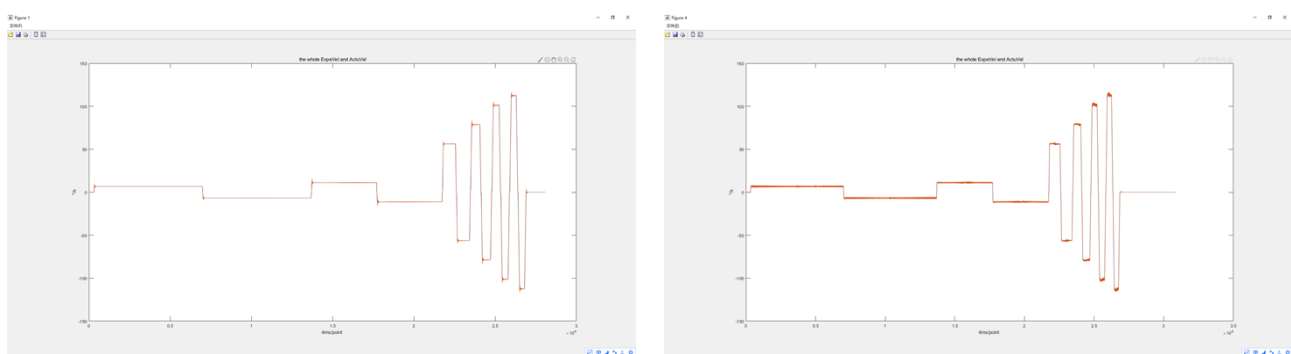


图27

m) 自动保存文件如下图所示。

集数据 > 波形7.19 > Output

名称	修改日期	类型	大小
1GCR5-728-LFN22080504R1391.xlsx	2023/7/19 17:09	Microsoft Excel ...	29 KB
diary.txt	2023/7/19 17:09	文本文档	1 KB
GCR5-728-LFN22080504R1391_J1.fig	2023/7/19 17:08	MATLAB Figure	504 KB
GCR5-728-LFN22080504R1391_J2.fig	2023/7/19 17:08	MATLAB Figure	515 KB
GCR5-728-LFN22080504R1391_J3.fig	2023/7/19 17:08	MATLAB Figure	557 KB
GCR5-728-LFN22080504R1391_J4.fig	2023/7/19 17:08	MATLAB Figure	608 KB
GCR5-728-LFN22080504R1391_J5.fig	2023/7/19 17:08	MATLAB Figure	568 KB
GCR5-728-LFN22080504R1391_J6.fig	2023/7/19 17:08	MATLAB Figure	570 KB

图28

n) 需要关闭软件时，考虑到有多个图，推荐如下方法：工具栏选择关闭所有窗口。

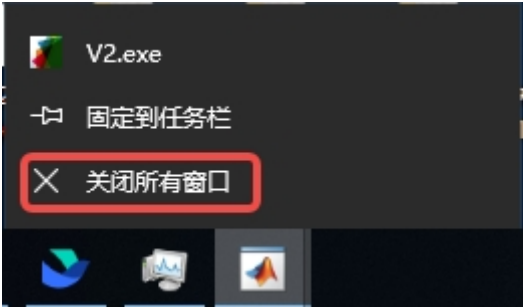


图29

6.3.4 结果判定

A. 合格情况

如下图所示，全部轴的结论都是 pass，表明整臂振动合格，此时输出的 excel 文件名中第一个字符为 0，同样表明整臂振动合格。

计算结果

	J1	J2	J3	J4	J5	J6
结论	pass	pass	pass	pass	pass	pass

图30

集数据 > 波形7.21 > Output

名称	修改日期	类型	大小
0GCR5-760-LFN23062602R0159.xlsx	2023/7/21 9:36	Microsoft Excel ...	29 KB

图31

B. 不合格情况

任意一个或者多个轴的结论都是 Fail，表明整臂振动不合格，图 32 就是其他一个例子，此时输出的 xlsx 文件名中第一个字符为 1，同样表明整臂振动不合格。

计算结果						
	J1	J2	J3	J4	J5	J6
结论	pass	pass	Fail	pass	pass	pass

图32

名称	修改日期	类型	大小
1 GCR5-728-LFN22080504R1391.xlsx	2023/7/19 17:09	Microsoft Excel ...	29 KB

图33

当整臂振动不合格时，存在两种以下情况：

a) 任意一个或者多个轴的高速段或者低速段不合格

任意一个或者多个轴的高速段或者低速段是 C 时，图 34 就是其他一个例子。

计算结果						
	J1	J2	J3	J4	J5	J6
结论	pass	pass	Fail	pass	pass	pass
高速段	A	A	C	A	A	A
低速段	A	A	B	A	A	A

图34

b) 任意一个或者多个轴的正反方向存在差异

任意一个或者多个轴的正反方向存在差异时，图 35 就是其他一个例子。

计算结果						
	J1	J2	J3	J4	J5	J6
结论	pass	pass	Fail	pass	pass	pass
高速段	A	B	B	A	A	B
低速段	A	A	A	A	A	A

图35

c) 情况 a 和 b 的组合

既存在至少一个或者多个轴的高速段或者低速段是 C 的情况，又存在至少一个或者多个轴的正反方向存在差异的情况。

C. 不合格情况解析

B 节中，不论是哪种情况，都需要打开 xlsx 文件，以下图为例，1 处圈里的 1 与 xlsx 文件名的第一个字符 1 相呼应，表明整臂振动测试不合格；2 处框里的 1-3 分别代表 5%、25%、35%-45%-50% 的额定速度段的方差 2/速度指标的通过与否；3 处框里的 1-6 分别代表 3%-5%-25%-35%-45%-50% 的额定速度的速度段的正反差异通过与否；其中 3% 和 5% 就是软件界面的低速段，25%-35%-45%-50% 是软件界面的高速段；4 处框里 1-6 表示整臂的 1-6 轴；5 处框里的数据代表通过与否的状态，0 为通过，1 为不通过，如框里用红圈起来的 1，C 列的表示 3 轴的 25% 速度段的方差 2/速度指标不通过，F 列的表示 4 轴正反差异不通过。6 处是从第 10 行开始数值的每列含义。

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	
2	1	方差1	速度	方差2	速度	基础	最大波动	最小波动	方差2	速度	方差2	速度	方差2	速度	方差2	速度	方差2	速度	方差2	速度	方差2	速度	方差2	速度
3	1	度每秒	度每秒	度每秒	度每秒	站	度每秒	度每秒	无量纲	度每秒	度每秒	度每秒	度每秒	度每秒	度每秒	度每秒	度每秒	无量纲	度每秒	度每秒	无量纲	度每秒	度每秒	
4	1	1	1	1	3	1	2	3	4	5	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	4	1	0.123263	0.12319	6.75002	1.893756	0.53931	-0.37324	0	0	0.008517	1.265061	0.058292	1.984409	0.048392	2.530122	0.033522	1.018622	0.001262	0.008636	0.007169	0.004966	7	
11	1	0.12543	0.125465	-6.75002	-1.89376	0.4522	-0.61486	0.007747	-1.26506	0.057565	-1.984409	0.04862	-2.53012	0.033566	-1.018622	-0.001115	-0.008636	-0.007169	-0.004966	-0.003499	-0.002299	-0.001499	0	
12	0.189384	0.189283	-11	3.154526	0.8262	-0.5541	0.016626	0.33385	1.898899	0.167843	1.267923	0.104025	2.535843	0.029634	1.001662	0.000746	0.008923	0.005054	0.003499	0.002299	0.001499	0		
13	1	0.189631	0.189609	-11.25	-1.5625	0.5541	-0.8212	0.016654	0.334407	0.057588	0.159171	1.26792	0.100199	-2.53585	0.05684	1.001667	-0.00051	-0.01428	-0.00891	-0.00505	0			