

# Axis studio 软件操作说明

## 目录

一、版本说明 .....	3
2.8 版本说明 .....	3
(1) 磁场均匀度扫场 .....	3
(2) 反向指令 .....	4
(3) Metahuman 骨骼输出 .....	4
(4) 手指抗磁算法 .....	5
2.9 版本说明 .....	6
(1) Axis Studio: .....	6
(2) 插件/Plugins: .....	8
2.10 版本说明 .....	9
(1) 实时纠偏功能 .....	9
(2) 时间码 .....	9
(3) 手部姿态提升 .....	12
二、Axis Studio 软件说明 .....	13
2.1 软件安装与激活 .....	13
2.1.1 软件下载 .....	13
2.1.2 软件安装 .....	13
2.1.3 软件激活 .....	13
2.2 开始动捕 .....	19
2.2.1 打开工程 .....	19
2.2.2 连接数据收发器 - USB 线直连 .....	19
2.2.3 连接数据收发器 - 多数据收发器级联 .....	20
2.2.4 连接传感器 .....	20
2.2.5 校准模式选择 .....	21
2.2.6 快速校准模式 (推荐) .....	22
2.2.7 标准校准模式 .....	24
2.2.8 穿戴传感器 .....	25
2.2.9 姿态校准 .....	26
2.3 实时动捕详解 .....	32
2.3.1 基础注意事项 .....	32
2.3.2 信号强度 .....	37
2.3.3 磁环境 .....	39
2.3.4 各按钮功能解析 .....	42
2.4 数据编辑 .....	47
2.4.1 数据处理 .....	47
2.4.2 场景选择 .....	48
2.4.3 接触编辑 .....	48
2.4.4 参数调节 .....	50
2.4.5 具体数据样例 .....	50
2.5 数据导出与广播 .....	51
2.5.1 数据导出选项 .....	51
2.5.2 开始数据广播 .....	56
2.5.3 数据广播 API 接口 .....	57
2.5.4 第三方软件插件 .....	57
2.5.5 MocapApi Calc 类型数据详解 .....	58
2.5.6 运动解剖学数据格式 .....	65
附录 .....	73
2.6 工程管理 .....	73
2.6.1 工程文件结构 .....	74
2.6.2 Axis Studio 软件中管理工程文件 .....	75

# 一、版本说明

## 2.8 版本说明

Axis Studio v2.8 版本相对于 v2.7 版本，主要做了如下几项功能更新：

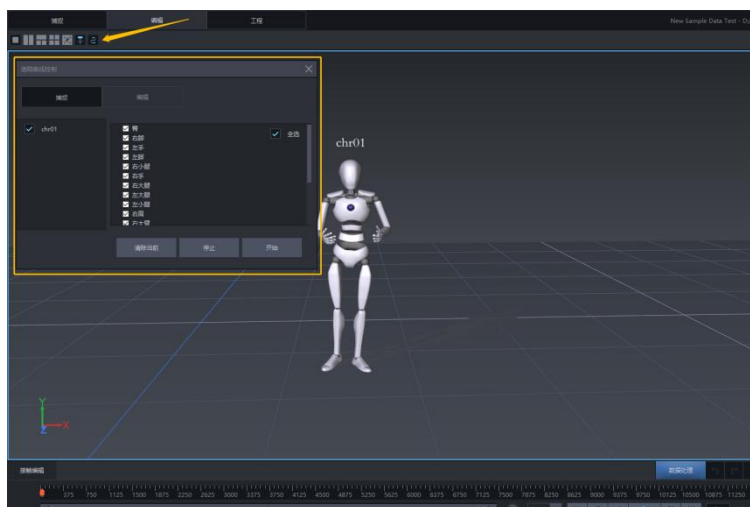
### （1）磁场均匀度扫场

#### 功能概述

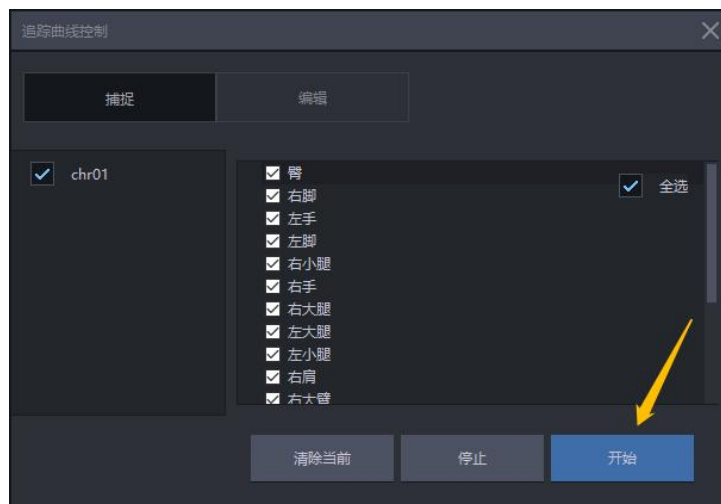
由于惯性动作捕捉设备的捕捉精度会受到周围环境中的磁场干扰影响，所以在使用惯性动作捕捉设备的时候，能够在一个磁场均匀干扰较少的区域中长时间使用对于惯性动作捕捉设备的精度非常重要。此功能将空间中的磁场数据进行视觉化呈现，帮助用户找到最适合做惯性动作捕捉的场地位置。

#### 功能使用流程

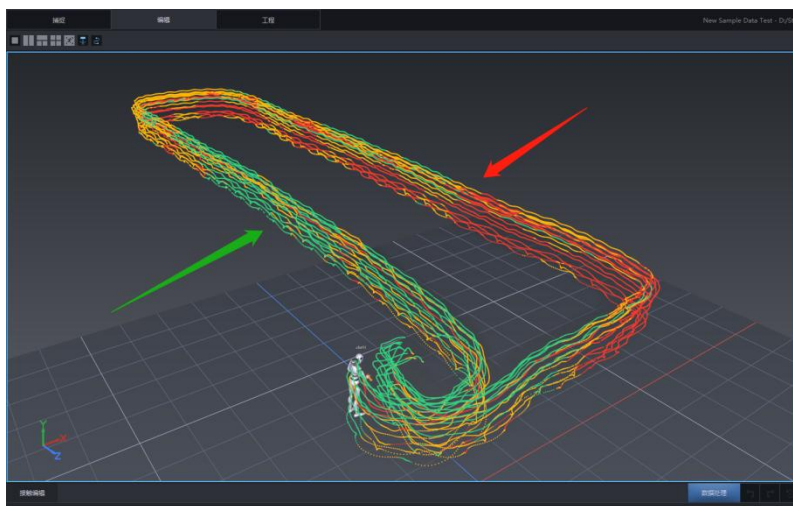
1. 用户在能够做动作捕捉的场地中央正常启动动捕设备，做姿态校准；
2. 校准完毕后正常录制动捕数据，录制内容为在整个场地中有规律的来回走动一圈（如 Z 字型往返），走路的路径遍历整个动捕场地
3. 在“编辑”页面打开录制的数据，并点击“磁状态轨迹”按钮，呼出磁状态轨迹控制面板



4. 点击磁状态轨迹控制面板中的“开始”按钮，然后正常播放数据；



5. 数据完成播放之后，即可直观的看到整个空间里磁场的分布信息了。红色代表磁场变化明显，绿色代表磁场很均匀，黄色介于两者之间。如下图所示，即是在一个约 50\*15 米的办公室里的磁场分布。可以看到此空间左侧（绿色箭头）一边比右侧（红色箭头）一边的磁场分布均匀很多，所以动作捕捉工作在左侧空间内进行就会得到更好的结果。



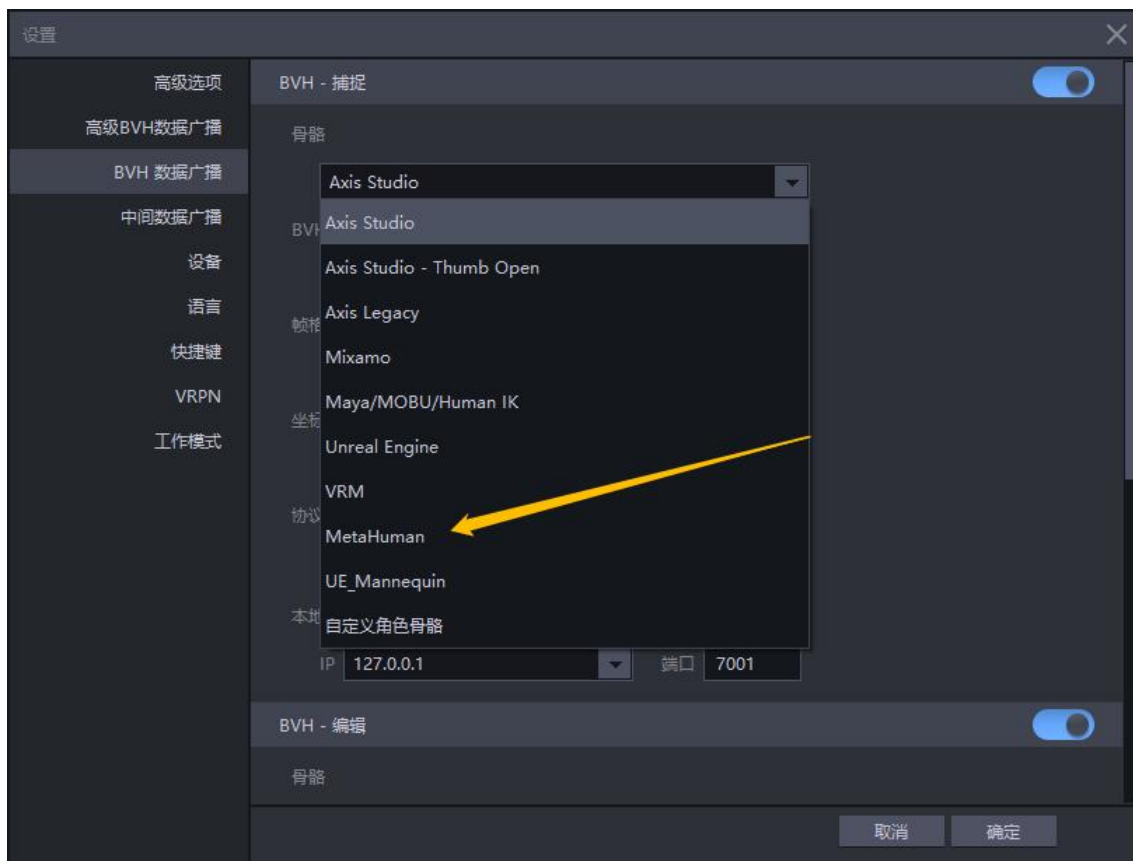
## （2）反向指令

用户在使用第三方软件时，可以直接通过 MocapApi 发出指令，来控制 Axis Studio 中的一些重要功能。此功能需要最新版本 MocapApi（<https://github.com/pnmocap/MocapApi>）与 Axis Studio 2.8 版本配合使用。

诺亦腾在最新版本的 UE Livelink 插件（<https://github.com/pnmocap/NoitomMocapLiveLinkPlugin>）中内置了此功能，可直接下载试用。

## （3）Metahuman 骨骼输出

在 Axis Studio 的实时广播骨骼选项中增加了“Metahuman”选项，用户后续使用 Metahuman 的时候可直接选择此骨骼，Axis Studio 已经做好了相应的骨骼映射，所以在工程中可以直接使用，无需再加一帧 T-Pose 做 Retargeting 了。



#### （4）手指抗磁算法

由于手指经常接触键盘，鼠标，手机等电磁性物品，故手指姿态经常会受到磁环境影响而出现错误。在 Axis Studio 2.8 中，升级了内置的手指抗磁算法，在软件后台直接运算。当用户在实时使用中遇到手指的姿态错误时，通过转动手指即可自动进行手指姿态的纠偏。

## 2.9 版本说明

2.9 版本更新细节如下：

### （1）Axis Studio：

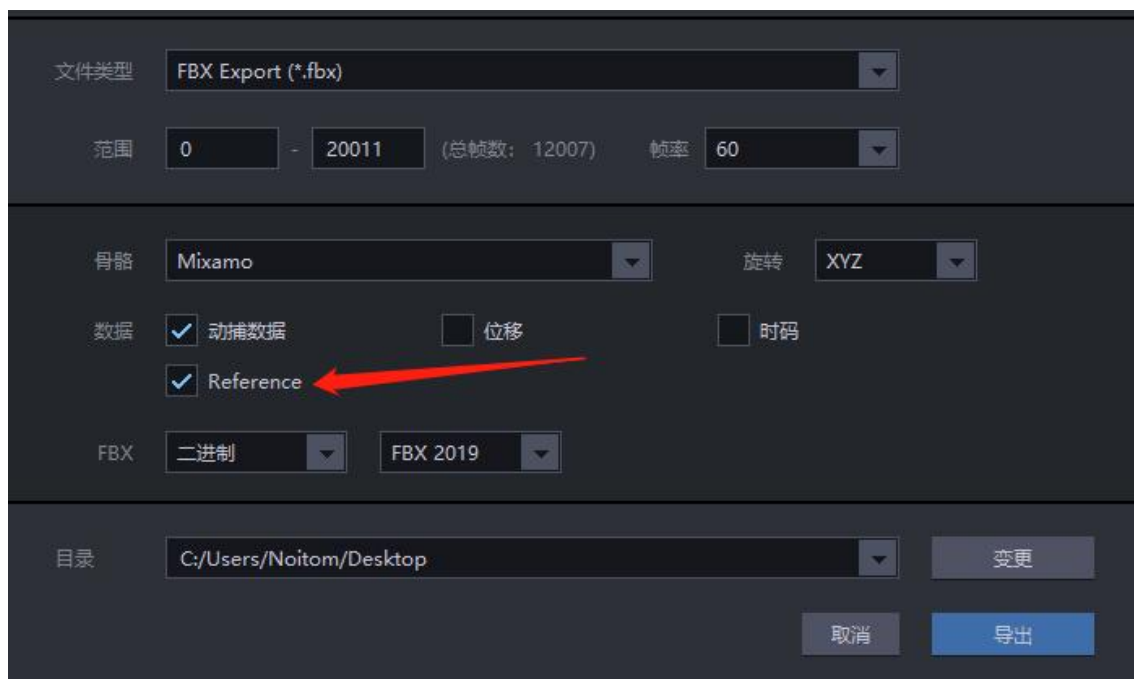
#### Genlock 功能支持

从软件端已支持 Ambient Lockit 产品的 Genlock 信号，但需要配合进行数据收发器的固件升级。固件尚在测试中，未同 Axis Studio 2.9 一同发布，如有用户需要使用，请联系 [contact@neuronmocap.com](mailto:contact@neuronmocap.com) 进行试用

#### 导出 FBX 文件的骨骼选项中增加一个可选的原点伸出的骨骼

在某些引擎或 3D 软件中，FBX 数据需要使用一根从原点连接到 Hip 的骨骼。在导出的 FBX 选项中，增加了一个“Reference”的 checkbox，勾选即代表导出的骨骼中多了一节 Reference Bone。

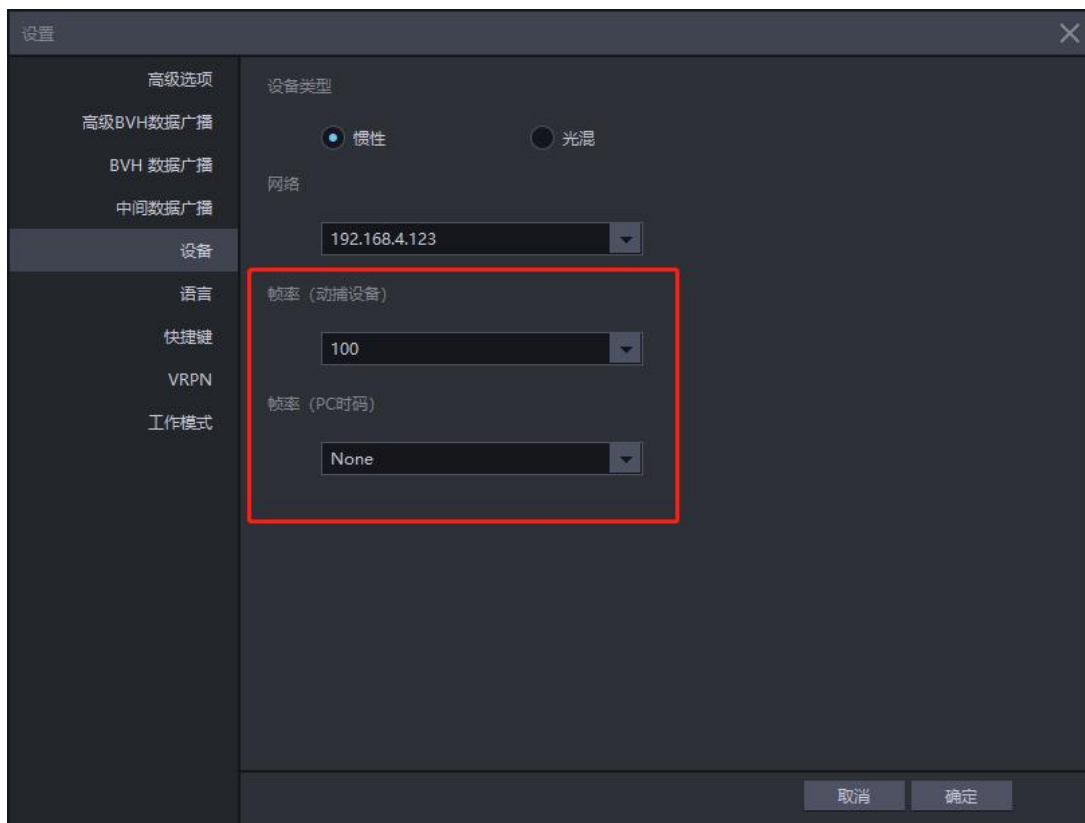
请注意，Unreal 软件的默认骨骼本身就含有此 Reference Bone，故选择 Unreal Engine 骨骼时，无论是否勾选“Reference”，导出的 FBX 文件均包含此 Reference Bone



#### 支持 NTP 时码

支持了 PC 本机的时码作为动捕数据的时码来保障动捕数据帧率的准确性。设置界面如下。此功能需要 Dongle 打开时码功能才可以使用。功能描述：

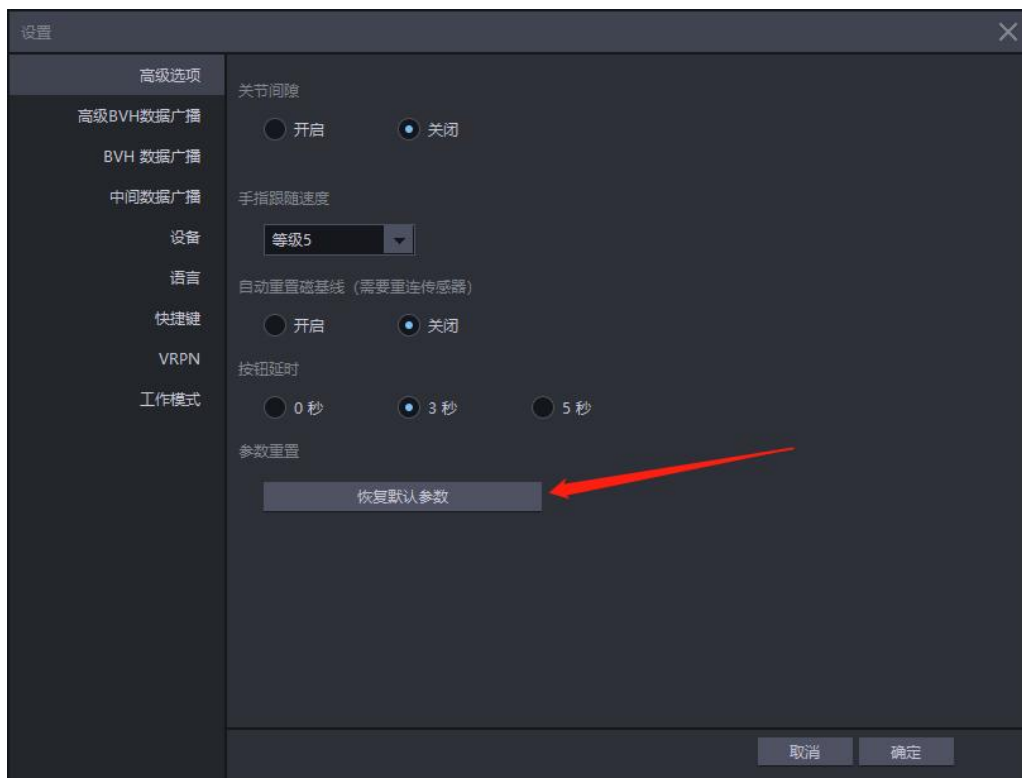
1. 若外部没有时码的输入，则可使用电脑本机的时间对动捕数据打上时码。时码帧率支持最常用的 24，25，30，并与动捕数据帧率呈倍数关系，如 96 帧率的动捕数据对应 24 帧率的时码
2. 若外部有时码的输入，则使用电脑时间来对回放和导出的数据长度进行时间对齐



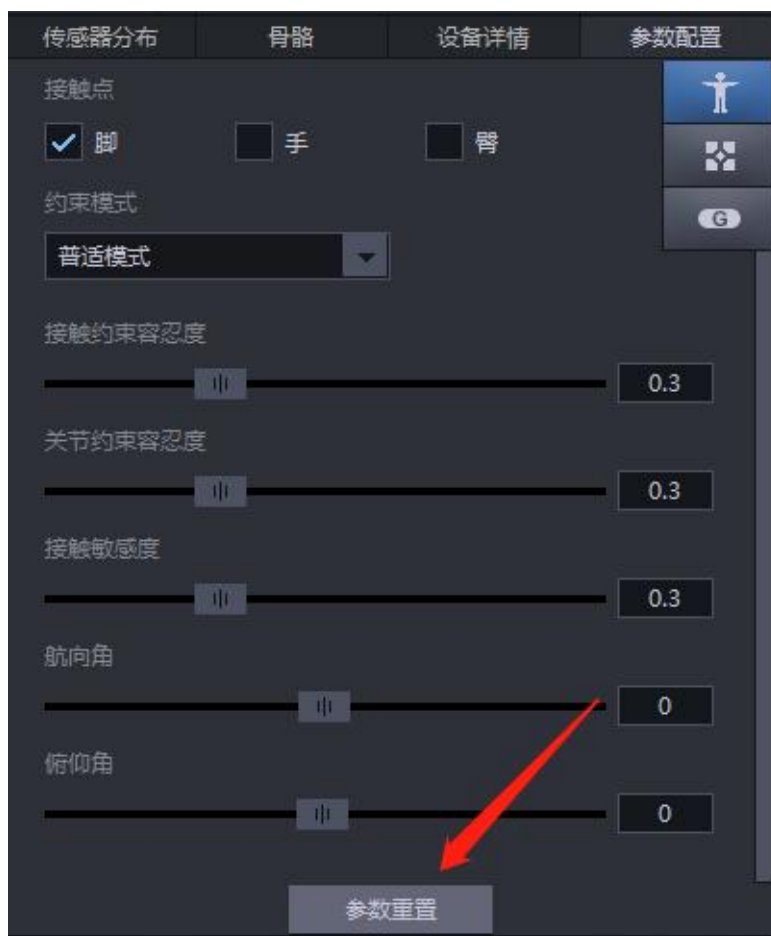
### 增加参数重置功能

增加了两个参数重置功能

1. 在“设置”→“高级选项”中增加了一个“恢复默认参数”的按钮，点击后在该工程里整个“设置”模块里的参数均会恢复为默认参数



2. 在实时“捕捉”界面的“参数配置”栏里，增加了一个“参数重置”按钮，可将“参数配置”中所有的参数全部还原为默认参数



## (2) 插件/Plugins:

### NeuronRetargetingUE 插件

新发布了一个插件，用来解决在 Unreal 中映射到第三方模型中脚部会滑动的问题。插件放在 Github 上，预计 9 月 23 日补充完整整个使用文档与录屏。此插件现在还有一个已知 bug，无法打包工程，正在修复中，预计 9 月 23 日前完成修复。

插件支持 UE 4.26, 4.27, 5.0 版本

<https://github.com/pnmocap/NeuronRetargetingUE>



## 2.10 版本说明

### （1）实时纠偏功能

增加了实时纠偏功能以提高动捕时长，当身体某些部位由于长时间使用出现 YAW 方向上的错误时，可以通过实时纠偏功能纠正。



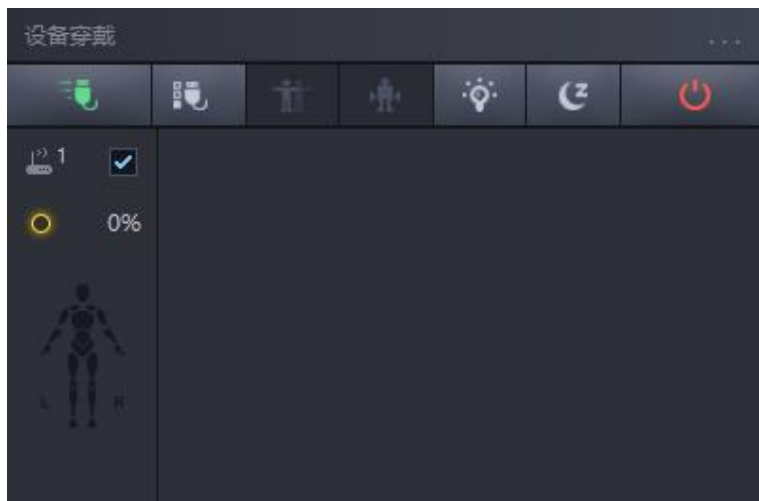
使用方法：勾选软件右侧抗磁选项，原地静止两秒，向前直线行走两米后再原地静止两秒，错误的身体部位会被纠正。

### （2）时间码

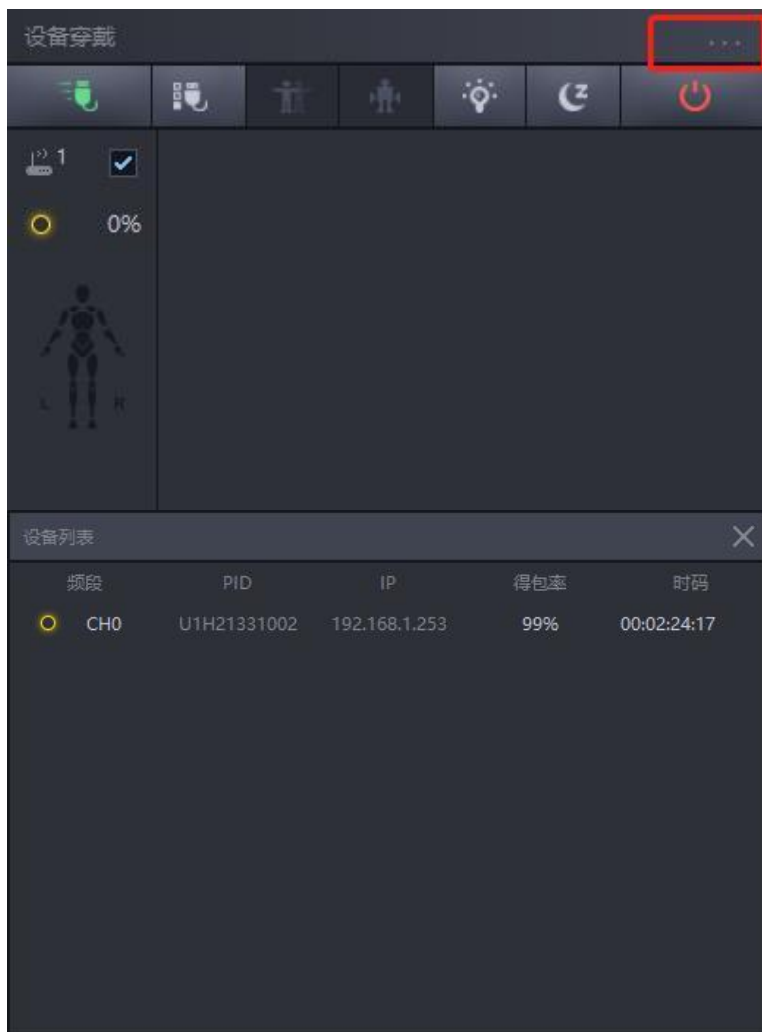
#### 外部时钟源同步

专业影视拍摄需要多种不同设备间会用到标准的时码数据进行同步，PNS 作为专业级产品，支持业内使用最广泛的 Tentacle 章鱼时码发生器以及 Ambient The Lockit ACN-CL。

1. axis studio 2.10 软件端已支持外部输入时间码信号，但需要配合进行数据收发器的固件升级。在 studio 中连接设备后在软件设置中选择固件升级根据提示完成升级。
2. 使用方法：使用 Ambient TC-IO-35-RA 线缆将 lockit 连接至 transceiver，将 transceiver 连接至电脑，启动 Axis studio，连接成功设备会显示在右侧设备列表中。

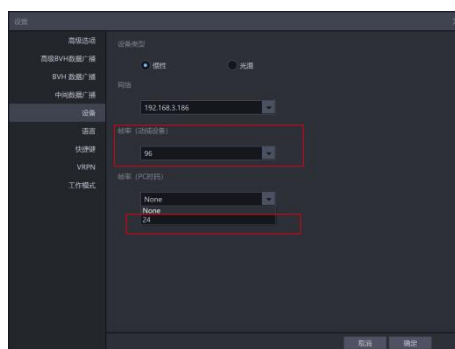
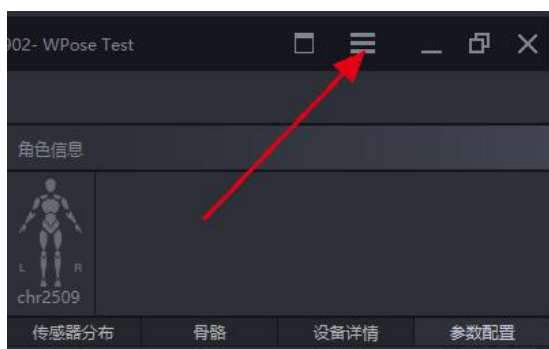


3. 检查传感器是否开机，启动采集，采集成功后点击设备管理，时码会显示在此界面。如有两个数据收发器连接，则两个数据收发器必须在同一频段内才能同步时码信息。

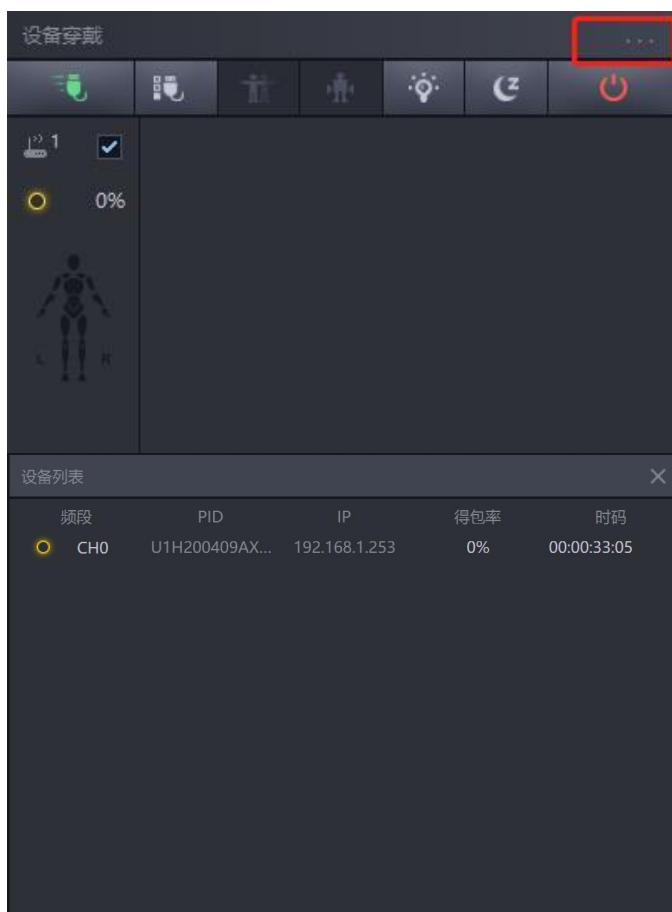


## 内部时间码

若无外部时钟源设备可选择 PC 时码，在软件设置中 PC Time Code 栏中选择与您的设备匹配的帧率，此帧率必须与设备采集帧率成倍数关系。（如：若需要输出数据为 24HZ，需要先选择设备帧率为 96，再在下方 PC 时码处选择 24）。

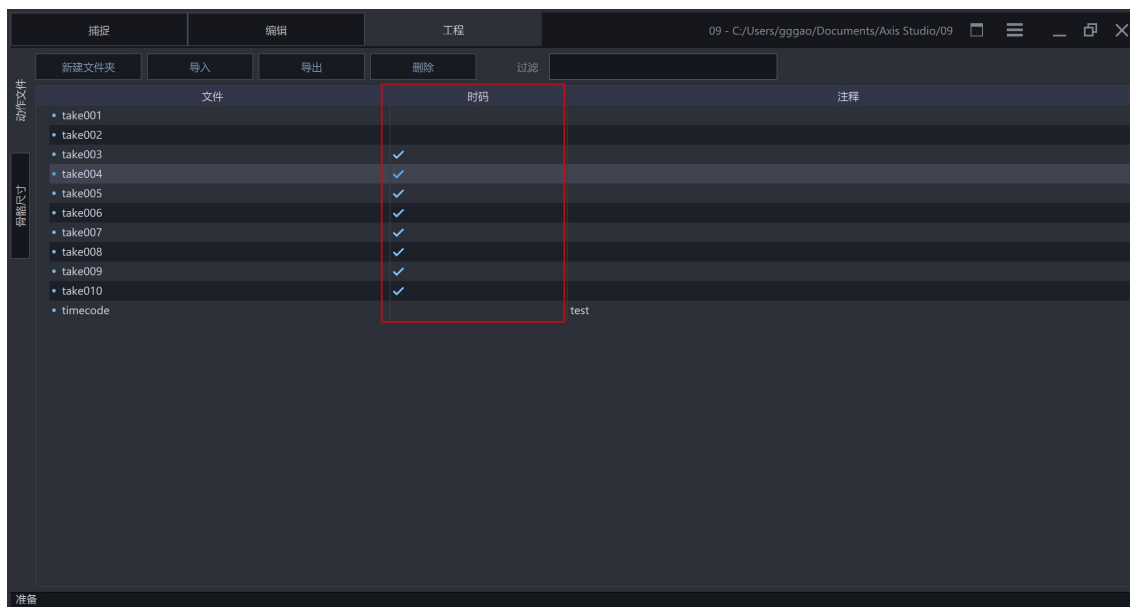


检查传感器是否开机，启动采集，采集成功后点击设备管理，时码会显示在此界面。采集时刻为时码零点。

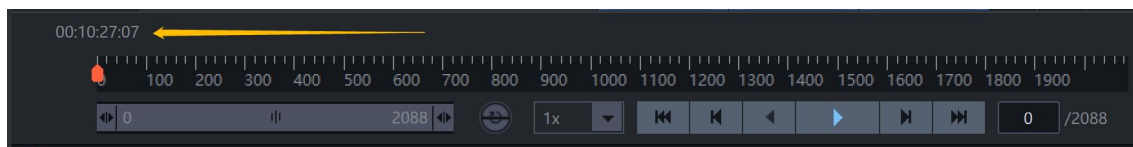


## 数据导出与广播

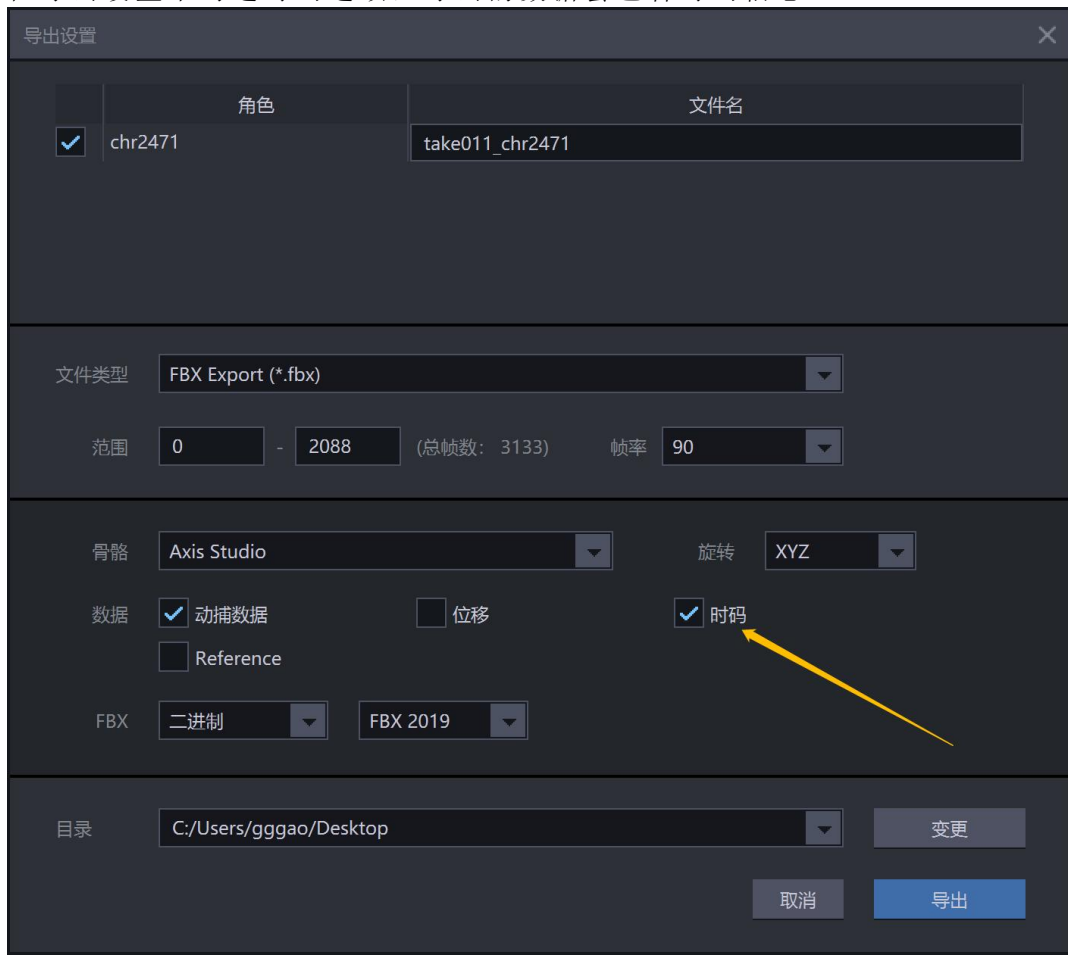
如接入了外部时钟源信号或选择了 PC 时码后录制数据，录制的可在工程页面看到打勾标记。



回放数据时可在面板中看到时码信息。如选择的是 PC Timecode，则采集时刻为时码零点，录制起点显示的时间为从采集时刻到录制开始时的使用时长。如选择的是外界时码设备，则显示时码与外接时码设备同步。



在导出设置中勾选时码选项，导出的数据会包含时码信息。



### (3) 手部姿态提升

2.10 版本对手指姿态进行了算法优化，2.9 版本与 2.10 版本姿态对比图如下：



## 二、Axis Studio 软件说明

### 2.1 软件安装与激活

#### 2.1.1 软件下载

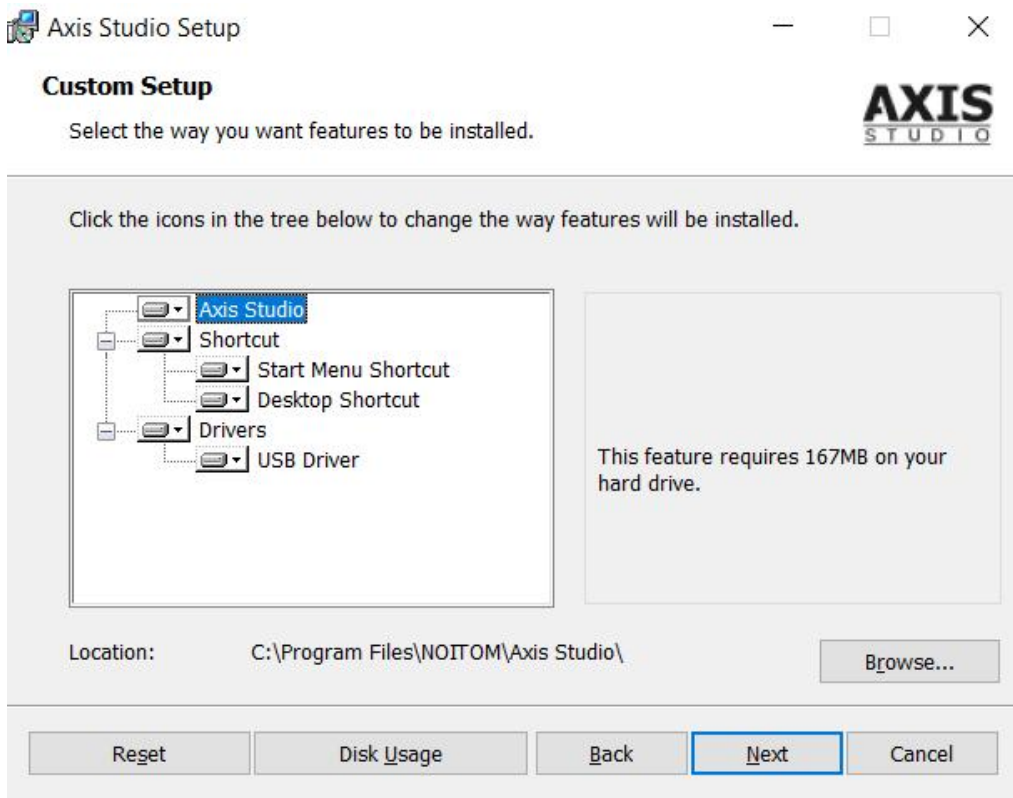
Axis Studio 正式版本下载地址为：

[https://www.noitom.com.cn/download\\_service.html](https://www.noitom.com.cn/download_service.html)

#### 2.1.2 软件安装

Axis Studio 软件的安装环境为 Windows 10，暂时不支持其他版本 Windows 或 macOS 系统

运行安装包，根据提示进行安装。若 C 盘空间足够，推荐在默认路径下安装。



在安装过程中 Windows 系统会询问软件相关权限，请全部选择“是”，以免造成由于缺少权限导致的软件使用问题

#### 2.1.3 软件激活

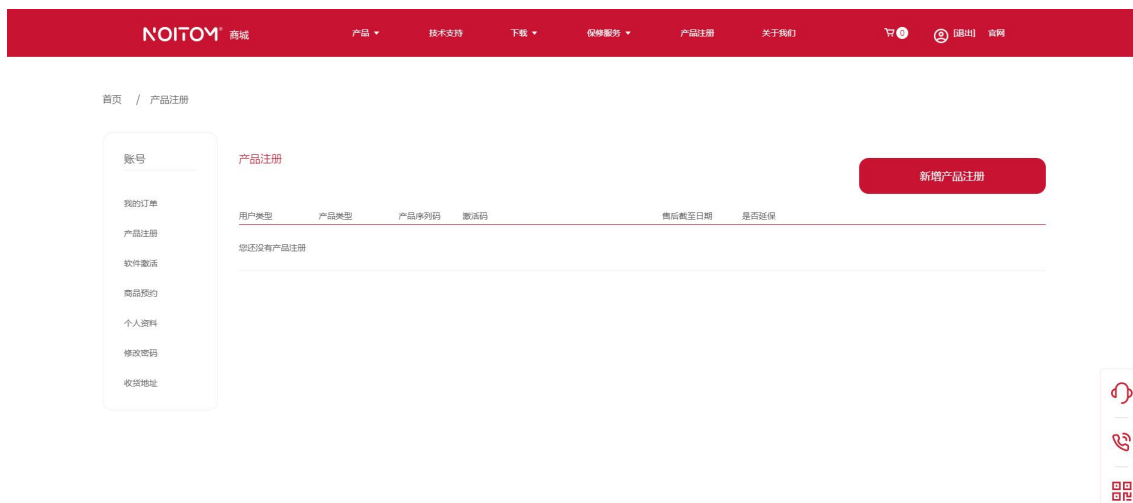
Axis Studio 现在支持两种激活方式

● 插入 Wibu Dongle 激活，激活流程如下：

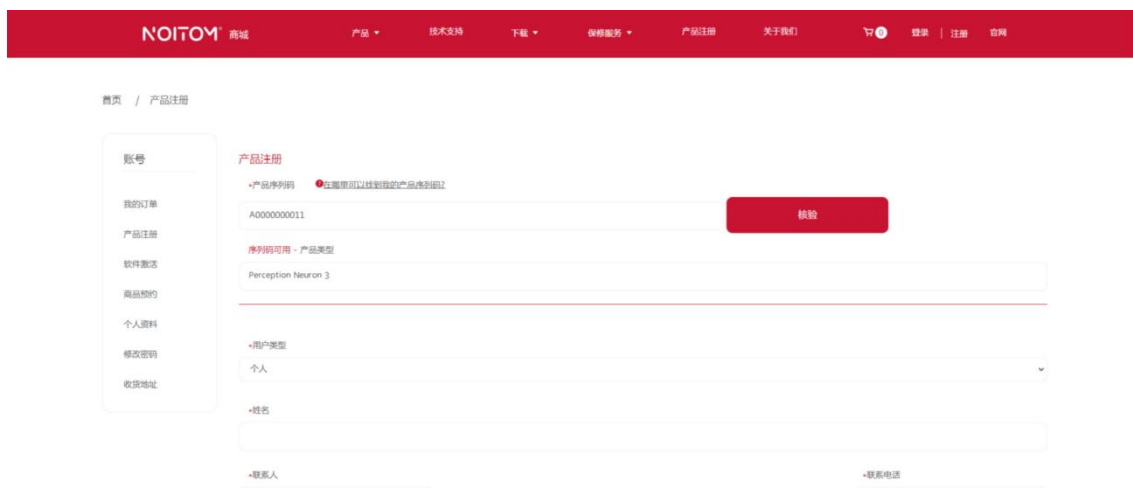
1. 打开 Noitom 商城网址：[shop.noitom.com.cn](http://shop.noitom.com.cn)
2. 顶部导航栏选择“产品注册”进行注册，得到激活码。



3. 在页面中依次点击「新增产品注册」按钮 → 输入产品序列码 \* → 点击「核验」按钮。



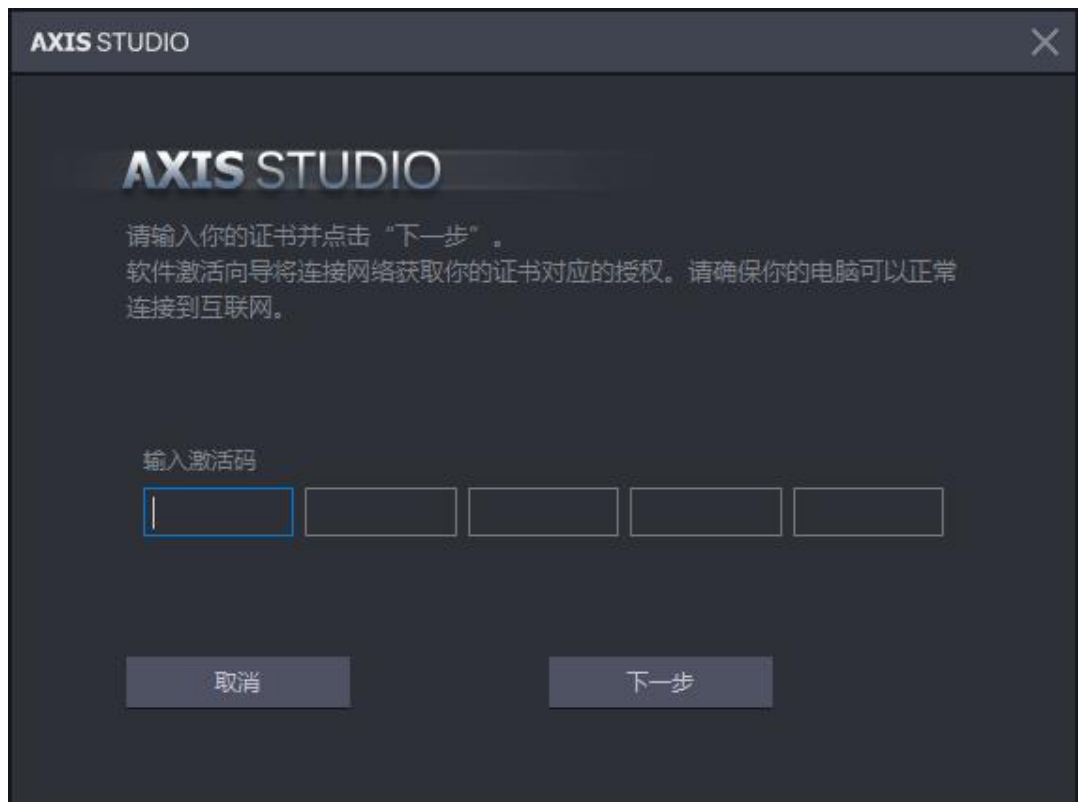
4. 产品序列号核验成功后，会出现如下页面。为了向您提供更优质的售后服务，请您在表单中填写相关信息，并完成提交。提交成功后您可从产品注册页面的列表中，找到您 **Axis Studio** 软件的激活码，请复制该激活码。



5. 在电脑 USB 接口上插入 Wibu Dongle，双击打开 Axis Studio 软件。若 Dongle 已经激活过，直接就可使用软件，Dongle 未激活过，则会显示：



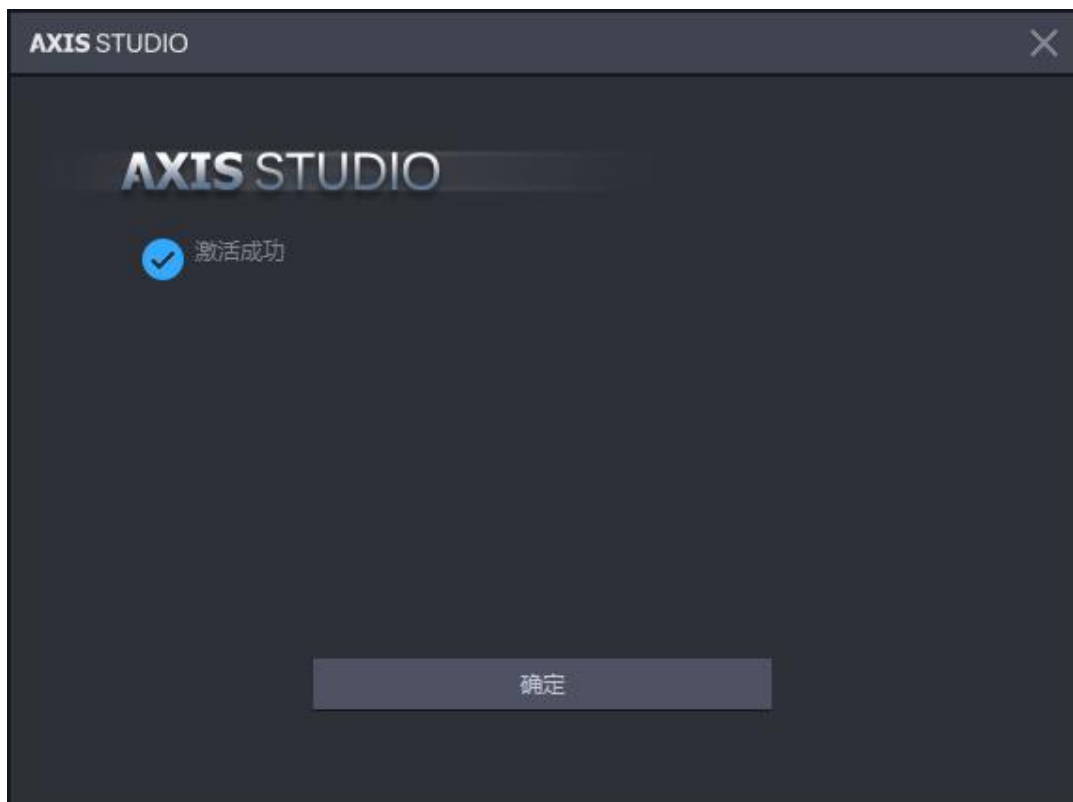
6. 确保电脑连接 Internet（激活行为在云端服务器上），点击“激活”，输入激活码，点击“下一步”



7. 选择你想要激活的 Wibu Dongle，通常一个用户同时只会插入一个 Wibu Dongle



8. 点击激活按钮即可成功



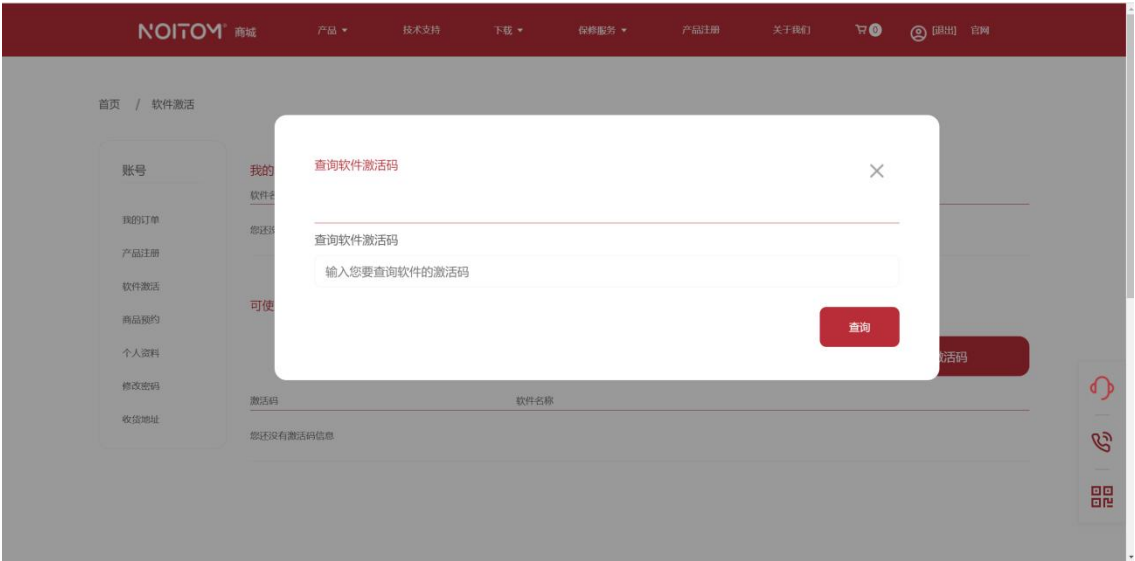


● 使用账号激活，无需 wibu dongle，激活流程如下：

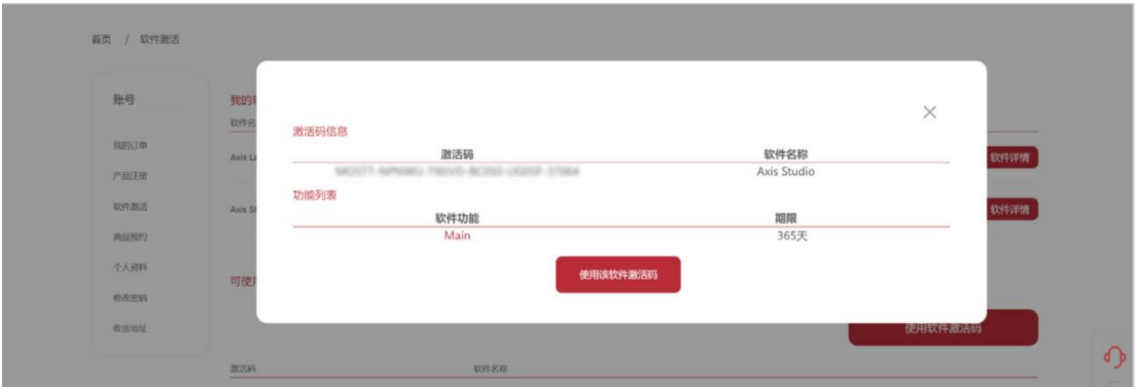
1. 打开 Noitom 官方商城，网址：[shop.noitom.com.cn](http://shop.noitom.com.cn) 进入商城后，请点击右上「注册」按钮，进入新用户注册流程。
2. 注册新用户 / 登录成功后，即可进入产品注册流程。首先需要点击诺亦腾商城首页的「产品注册」标签。

4. 产品序列号核验成功后，会出现如下页面。为了向您提供更优质的售后服务，请您在表单中填写相关信息，并完成提交。提交成功后您可从产品注册页面的列表中，找到您 Axis Studio 软件的激活码，请复制该激活码。

5. 选择左侧「软件激活」标签，在右侧页面点击「使用软件激活码」按钮。粘贴 Axis Studio 软件的激活码并点击「查询」按钮



6. 确认信息无误后，点击「使用该软件激活码」按钮，完成软件激活。



激活成功的软件会显示在我的软件列表中，点击“软件详情”会显示已购买的软件权限、到期时间、绑定电脑列表、使用激活码列表。

我的软件

软件名称	激活时间	到期时间	
Axis Studio	2023-03-17 16:16:15	2123-02-21 16:16:16	软件详情

可使用激活码列表

使用软件激活码

激活码	软件名称
您还没有激活码信息	

每个账号允许两台设备同时登录，如需更改登录设备，可进行“解除绑定”操作。

绑定电脑列表

软件名称	电脑名称	电脑NO	绑定时间	
Axis Studio	SWAGGYGXX	Ya0x6NgyRNXeIbdWCh5zy+c5gw38ce8m3HUSJQEz7kECVlaAq5c2jeStz+5ggORgehq/rDXjk/eRG46Zb/DorcRs2023-03-17 16:16:24		解除绑定
Axis Studio	你是他他是谁	YXezQH8cAqEgQeAWXmPfozYTU7cCox3rjRnsHbls5D/s3EP2rui/RzMhEh5fCo0QTKYi3G5tQLLG9hvsNI4VoE1s	2023-03-17 16:21:59	解除绑定

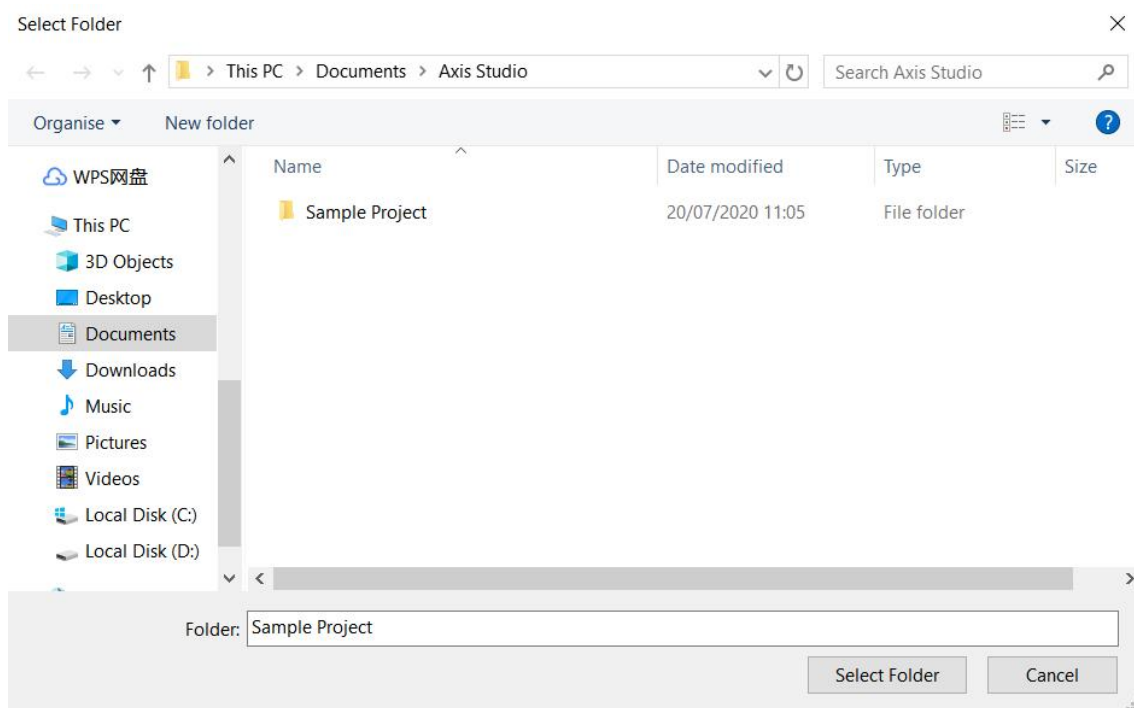
## 2.2 开始动捕

实时动捕功能需要有传感器产品连接，Axis Studio 软件支持 Perception Neuron Studio 与 Perception Neuron 3 (Pro) 系列产品。

### 2.2.1 打开工程

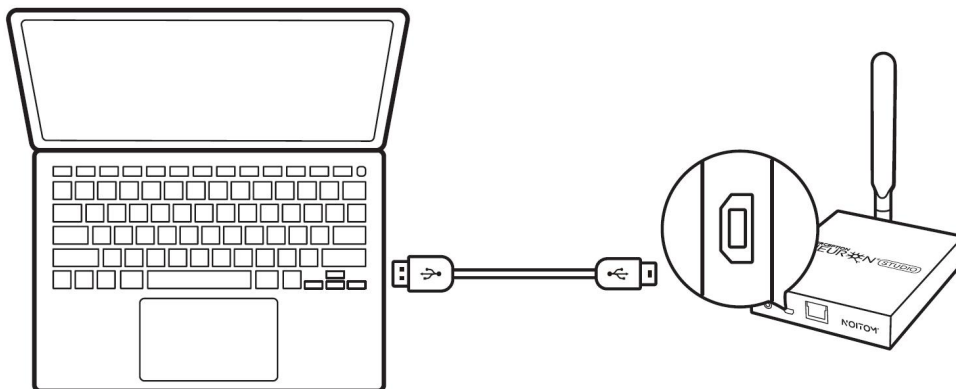
运行 Axis Studio 软件后，第一步是建立一个工程或打开一个已有工程。工程是对于所有动捕文件和骨骼文件的分类管理库，详细介绍请参考[工程管理](#)章节

Axis Studio 默认已建立了一个 Sample Project，路径为：This PC> Documents> Axis Studio，打开即可

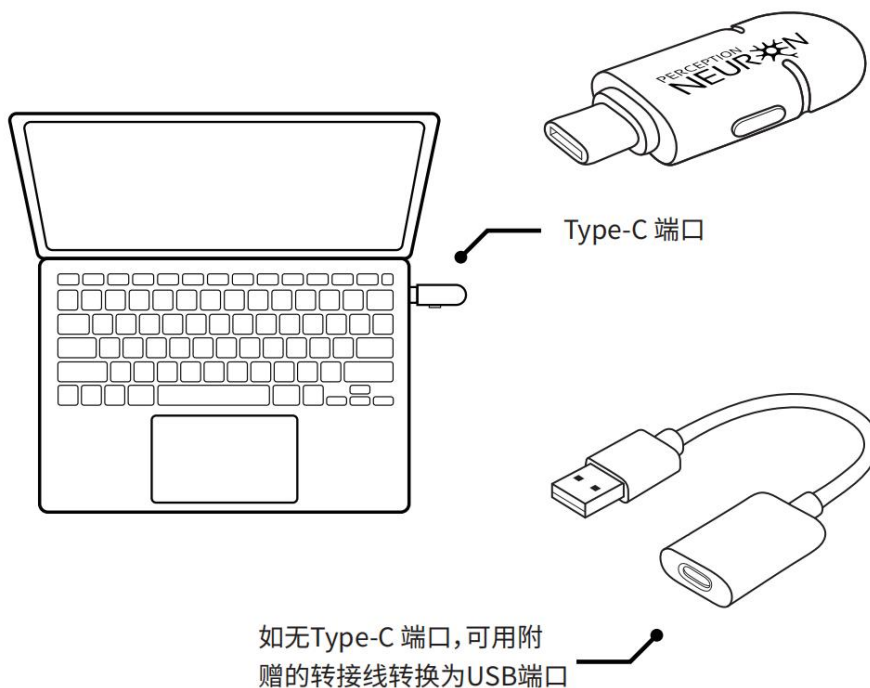


### 2.2.2 连接数据收发器- USB 线直连

1. Perception Neuron Studio 系列设备：



## 2. Perception Neuron 3 系列设备:



在电脑上首次使用，可能会弹框询问权限，请选择“是/Yes”

### 2.2.3 连接数据收发器- 多数据收发器级联

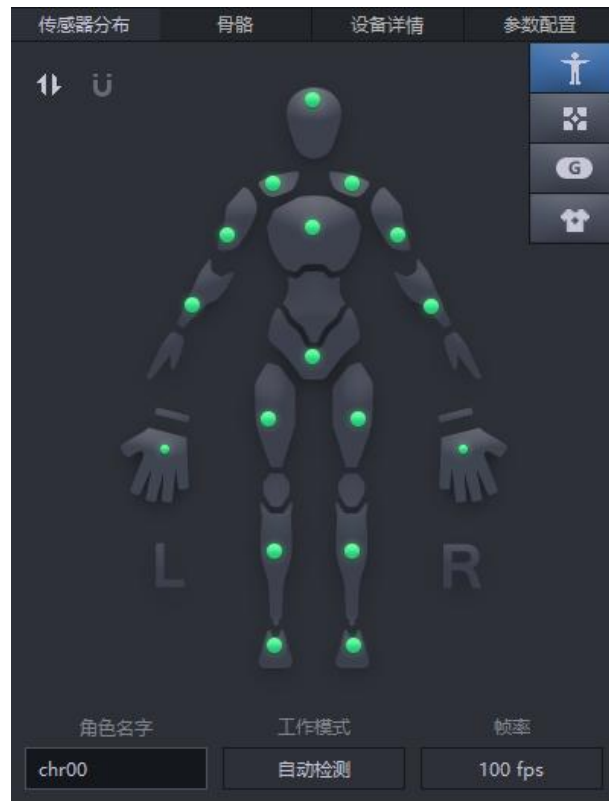
1. 当动捕场地大小在约 8 米\*8 米的场地内时，可使用多个数据收发器 USB 直连电脑，同一频段下多数据收发器可以增强传感器接收信号强度（数据收发器之间距离需小于 8 米）；不同频段下多数据收发器可支持多套动捕设备同时使用
2. 当动捕场地大小大于 8 米\*8 米场地时，需要使用交换机和高级网络同步数据收发器来保障传感器接收信号强度。有这样的大空间使用需求的用户请直接联系客服进行进一步的设备升级与技术支持

### 2.2.4 连接传感器

开启传感器（拔电自动开机或手动按钮开机），点击下图连接按钮连接传感器（传感器距离数据收发器在 5 米以内），连接过程中请确保传感器静置，不要移动传感器

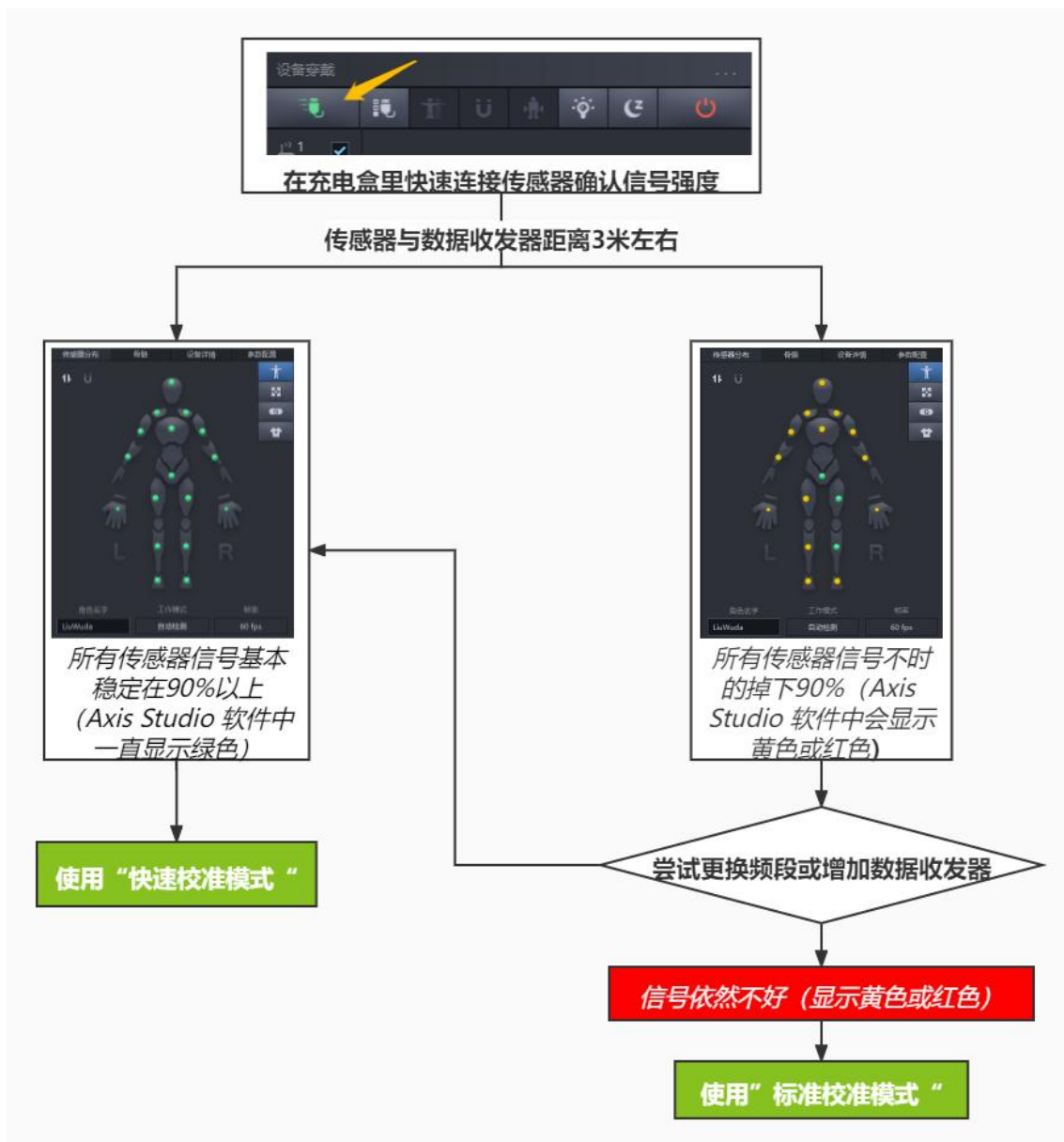


观察“传感器分布”图，即下图中每个点都是绿色或者黄色，表明确认所有传感器连接成功



### 2.2.5 校准模式选择

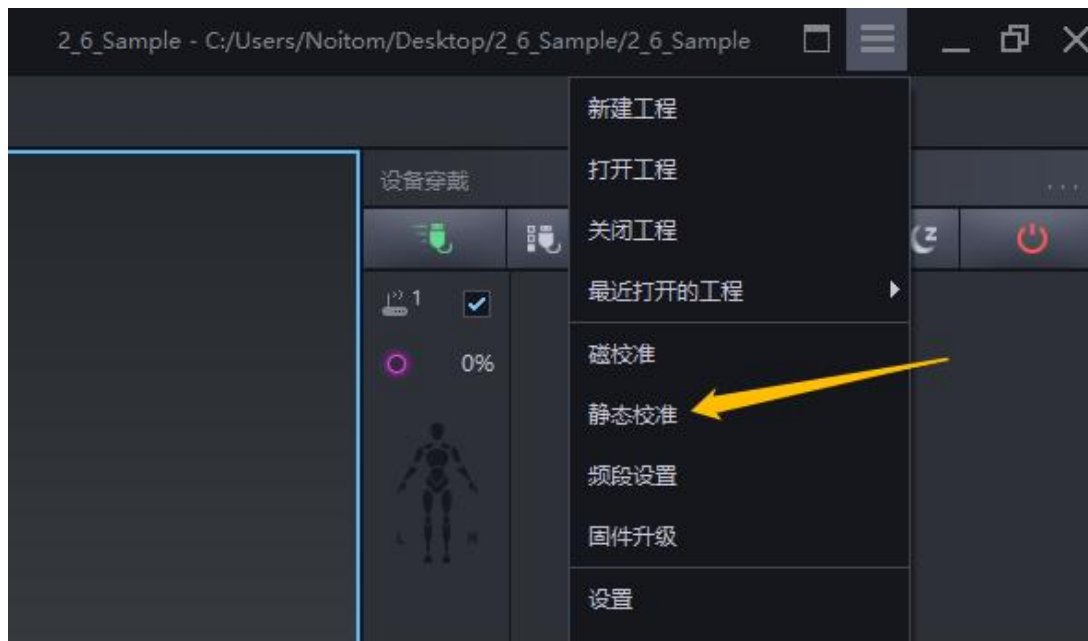
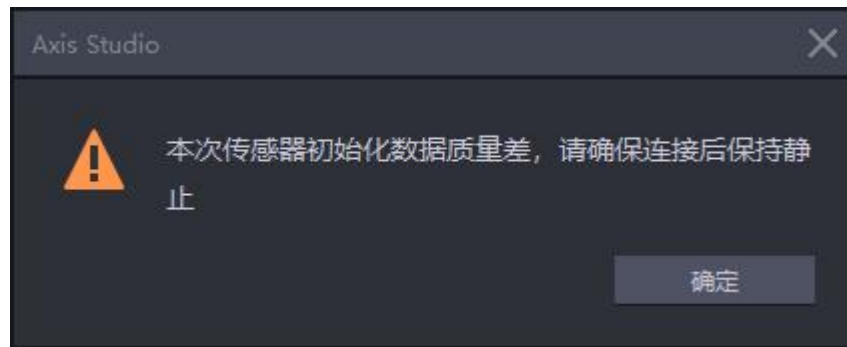
针对不同的使用情况，Axis Studio 可以选择两种的校准方式，主要区分方式为信号强度的区别，具体选择如下所示：



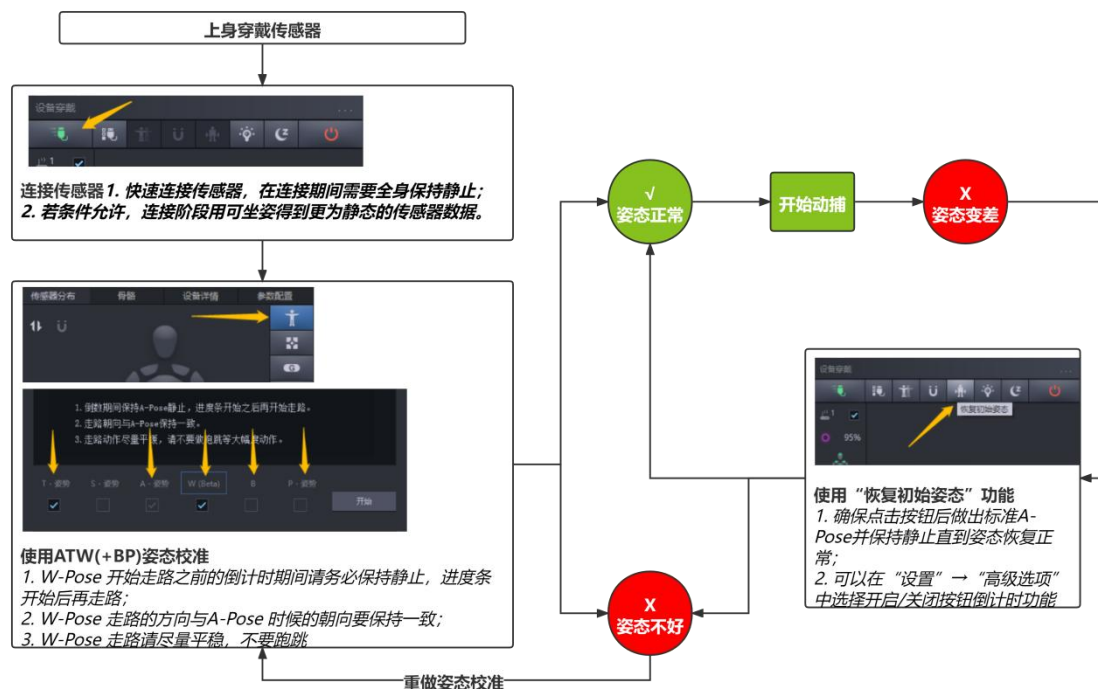
### 2.2.6 快速校准模式（推荐）

在传感器信号较好的时候，请使用快速校准模式，此模式的校准无视磁环境干扰，使用上非常便利。使用此模式有两个注意的事项：

1. 在传感器连接过程中由于传感器已经上身穿戴完毕，请务必全身保持静止，尽量减少晃动；
2. 若已经尽力保持了静止，软件依然提示“初始化质量差”的话，请脱掉传感器放回盒内，做一次“静态校准”



在传感器穿戴位置没有移动的情况下（绑带未滑移）如果出现了姿态变差的情况，使用“恢复初始姿态”功能能够很便捷的进行姿态的重新恢复，但如果绑带本身的滑移导致了姿态变差的情况，则需要重做姿态校准。

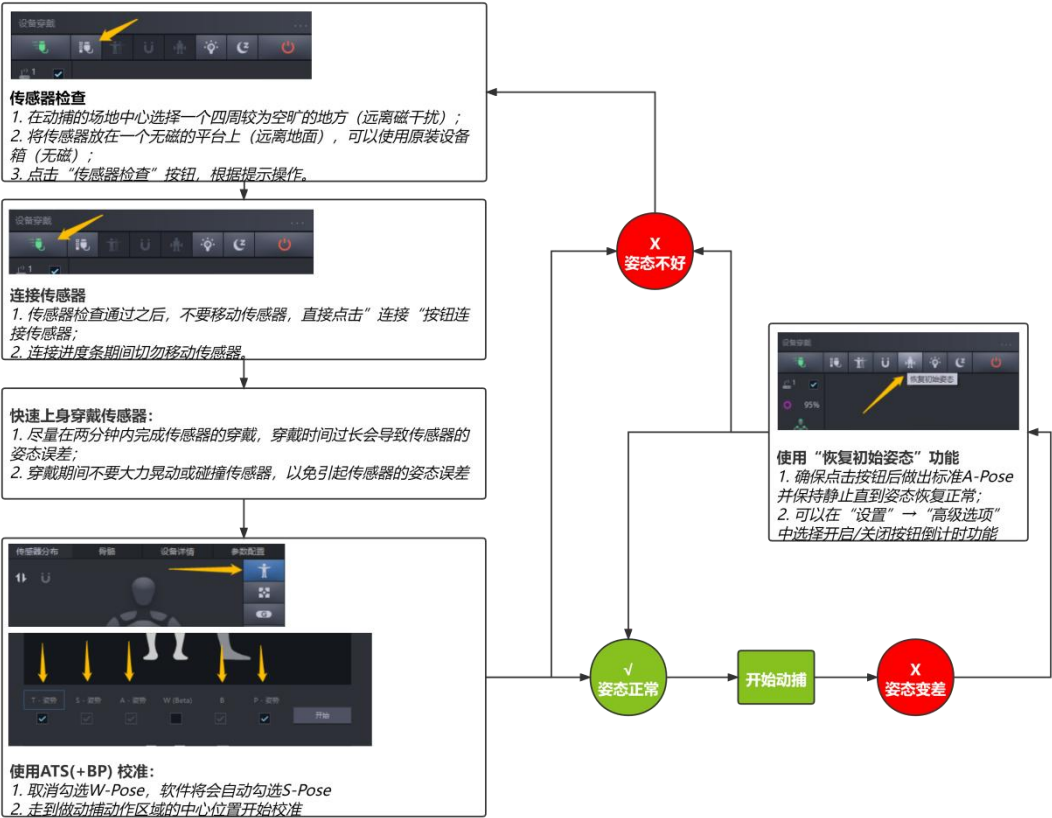


### 2.2.7 标准校准模式

在无法保障传感器平均信号大于 90% 的情况下，由于大量传感器数据的缺失，使用快速校准模式可能无法得到令人满意的结果，此时需要使用标准校准模式进行校准。标准校准模式有两个需要注意的事项：

1. “传感器检查”和“连接传感器”的步骤需要放在一个无磁干扰的地方进行，通常的判定方式是周围空旷，且远离地面。找到一个木桌，将设备箱放在上面，并把传感器放在设备箱上是一个标准的无磁放置方案；
2. 在“连接传感器”成功后需要快速上身穿戴传感器，尽量在两分钟之内完成传感器穿戴流程并立即开始校准流程。

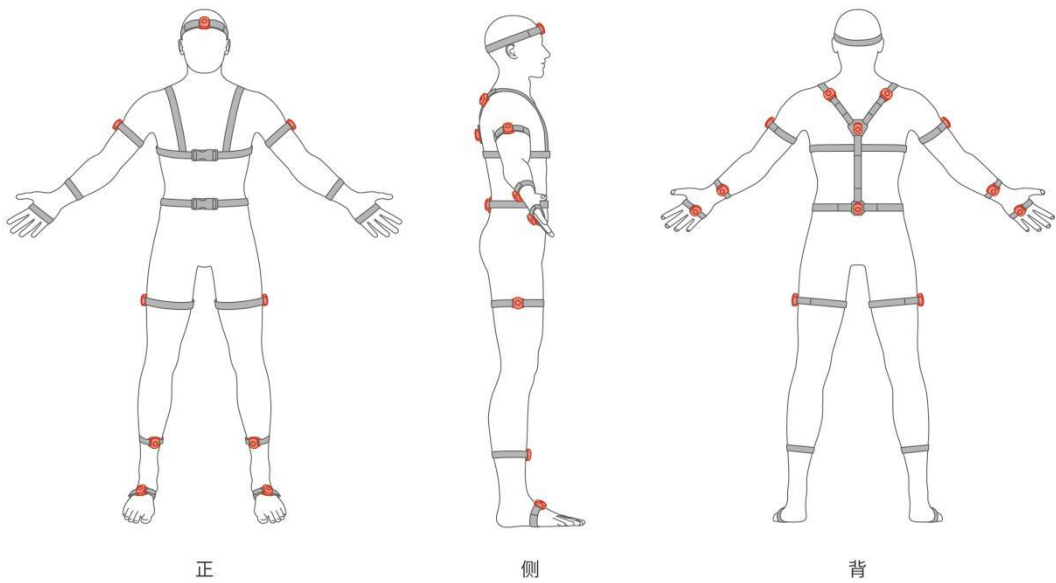




2.2.8 穿戴传感器

PNS 和 PN3 设备传感器均有绑带和紧身衣两种穿戴方式，选择合适长度的绑带或适合尺码的紧身衣将传感器穿戴上身，穿戴过程中请注意观看传感器背面的身体部位标识，穿错位置会导致动捕姿态错误。

传感器具体的穿戴位置详解如下（以 PNS 产品为例，PN3 产品与 PNS 产品穿戴位置一致）：



**头部**

绑带在头部上方，绑带下缘沿眉弓上缘和耳廓上方穿过，传感器位于额部中央位置。



**肩胛部**

传感器位于肩胛岗上方，肩胛骨内侧缘。



**上背部**

绑带自腋下穿过，传感器位于第六胸椎后方。



**上臂**

绑带在肱骨上方，传感器位于上臂正外侧，中心位置对应肱骨三角肌粗隆处。



**前臂**

传感器位于前臂前方1/3处，绑带下缘在尺骨粗隆上方。



**手**

绑带穿过虎口，传感器位于手背中央处。



**下腰部**

绑带下缘沿左右髂嵴穿过，传感器平齐第三腰椎。



**大腿**

绑带在大腿纵轴中央处，传感器位于髌韧带处。



**小腿**

绑带在小腿中下部，绑带上缘沿小腿后群肌隆起下缘穿过，传感器位于胫骨前内侧面。



**足**

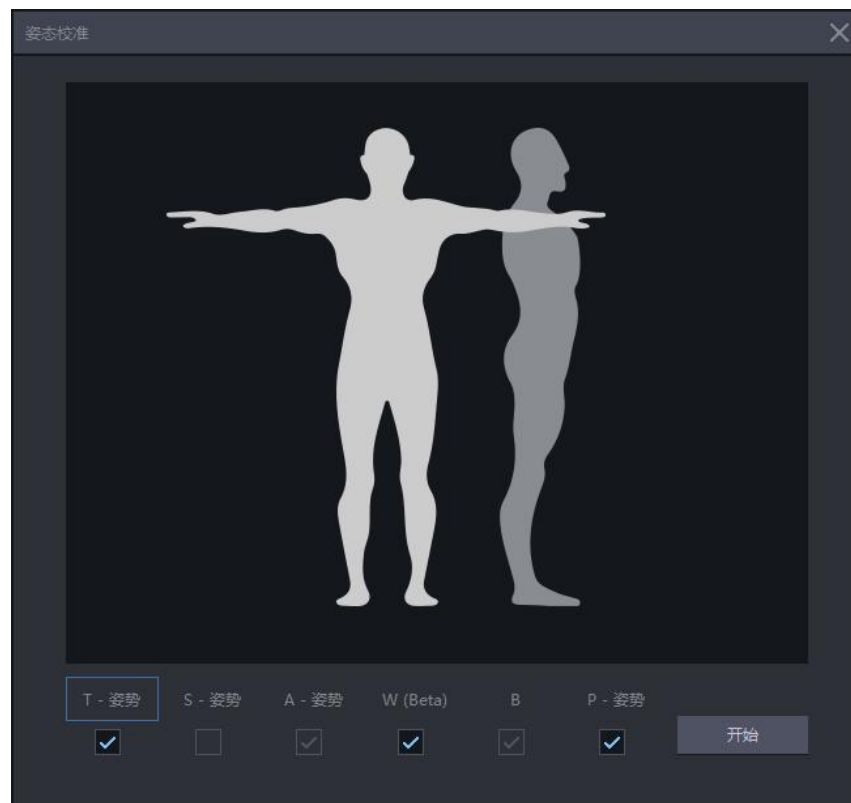
绑带在足弓纵轴中央处穿过，传感器位于足弓正上方。

**2.2.9 姿态校准**

将传感器穿戴上身后，点击“校准”按钮根据软件的提示进行姿态校准。各姿态的具体要求如下：

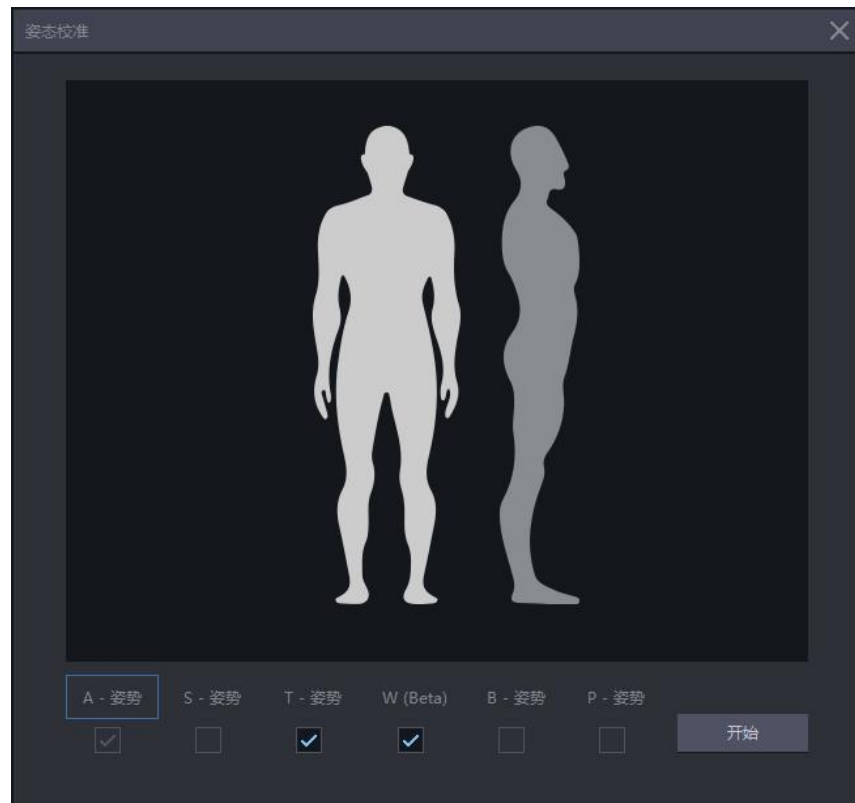
**T-Pose**

- 站直，展开双臂，与身体向上的位置垂直，掌心朝下。
- 如果您带着手套，请伸直手指，四指并拢。



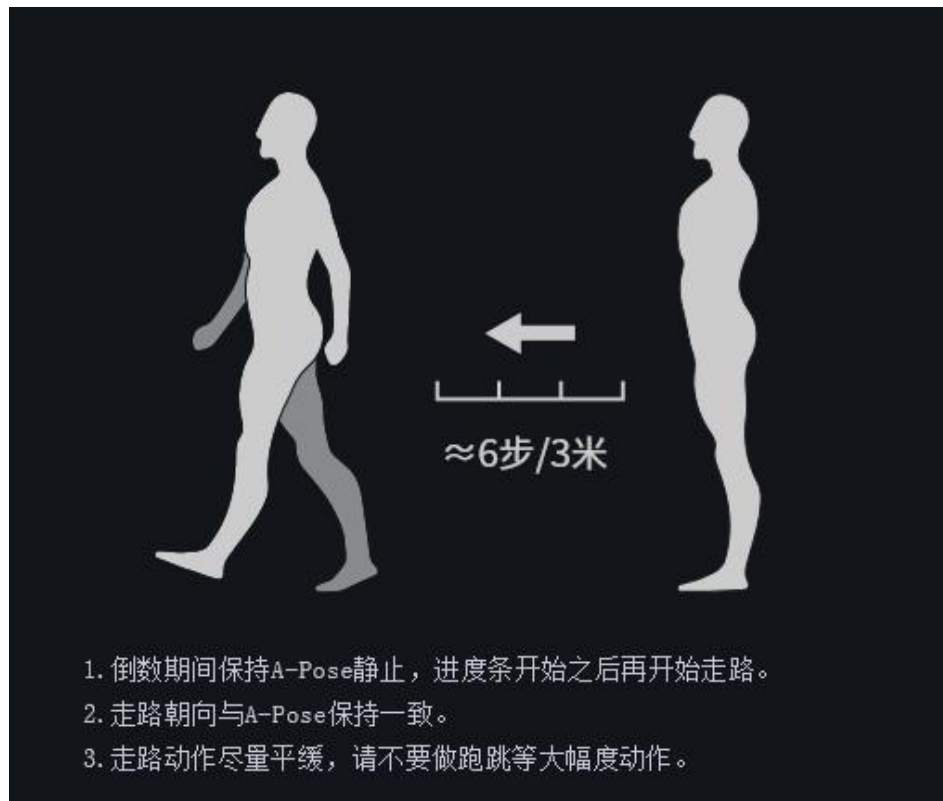
### A-Pose

- 站直，手臂朝下，手掌面向身体。
- 手臂稍微使劲，使手臂尽量笔直朝下，与地面垂直。
- 将两脚之间的距离调整到与胯同宽，保持两脚平行直立。
- 如果您带着手套，请伸直手指，四指并拢。



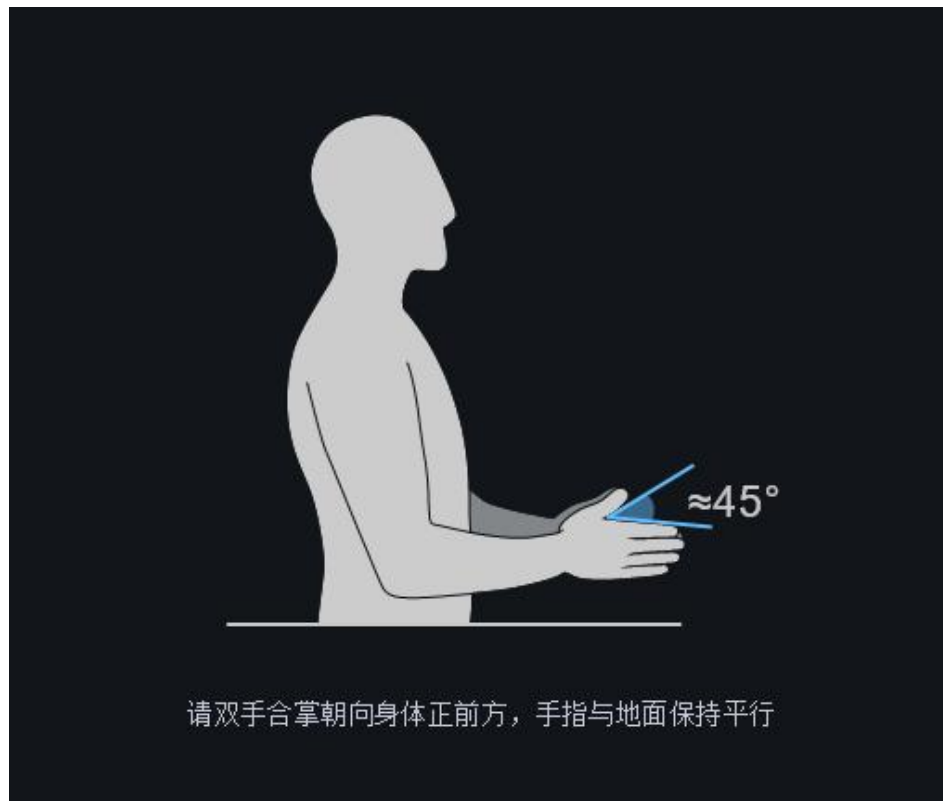
### W-Pose

- A-Pose 完成之后保持不动，直到 W-Pose 进度条开始之后再开始走路。
- 走路的朝向与 A-Pose 的朝向需要保持一致。
- 走路动作尽量平缓，不要做跑跳等大幅度动作。
- 标准走路为 6 步，约 3-4 米。如果有空间限制，可以距离稍微短一点，但是不能短于 2 米。

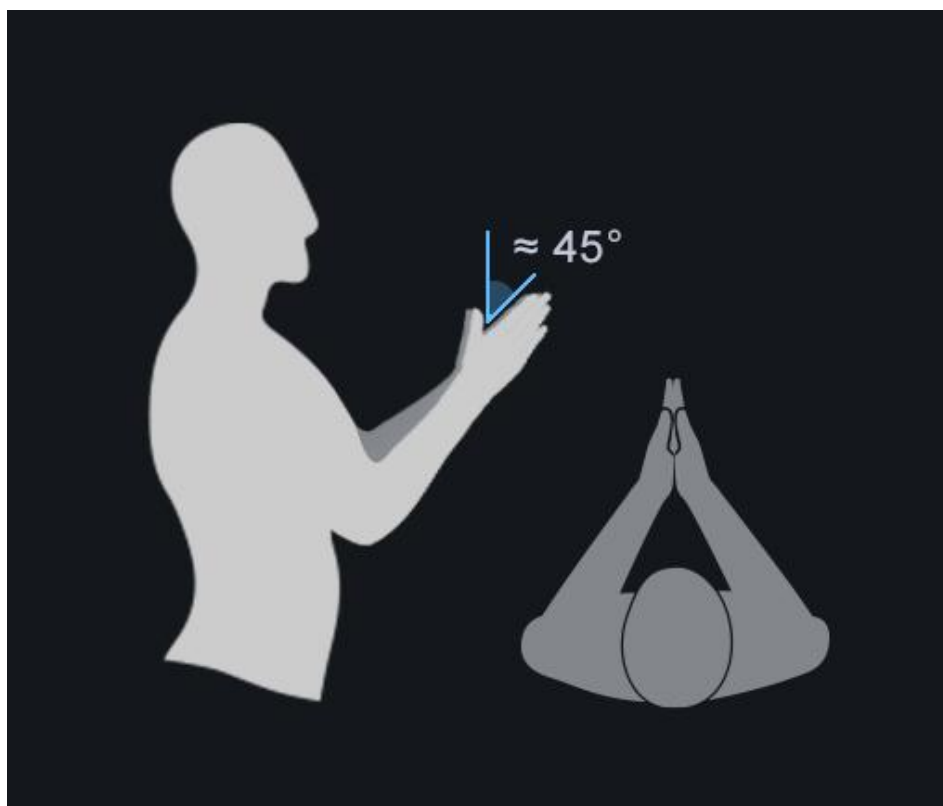


### B-Pose

- B-Pose 分为两段，第一段为倒计时期间的准备动作：
  - a. 双手合掌朝向身体正前方
  - b. 四指确保与地面保持平行
  - c. 大拇指与四指呈  $45^\circ$  夹角



- 第二段为进度条开始之后，向上提起手掌并保持至进度条结束，期间保持手掌并拢状态



#### P-Pose

- 大拇指保持直线，与食指捏在一起



### S-Pose

- 此校准动作为选做，若使用后面的 W-Pose 则无需做 S-Pose。
- 动作要领为半蹲，双脚平放在地上，同时保持双脚和双腿平行。
- 双臂向前伸展，掌心向下。



## 2.3 实时动捕详解

Axis Studio 提供了强大的功能，能够适配各种动作捕捉场景。正确的使用软件的各项功能才能够得到最佳动捕表现。本章节内容主要分为以下三个章节，详细介绍了使用 Axis Studio 软件做动作捕捉中遇到的各种姿态和数据问题，以及相应的解决方案：

### 2.3.1 基础注意事项

基于惯性传感器的动作捕捉设备基础注意事项主要分为三个方面：校准动作，传感器穿戴，骨骼尺寸。

#### 校准动作

基于惯性传感器的动作捕捉系统通过校准动作来计算传感器与人体之间的穿戴关系，标准的校准动作是得到良好动捕数据的基础。请仔细阅读各个校准动作的文字和图片描述，并尽可能标准的做出每一个校准动作。校准动作的标准程度会直接影响动作捕捉的表现。

比较典型的校准动作错误导致的姿态问题为：

正常站立时 Avatar 双脚内扣

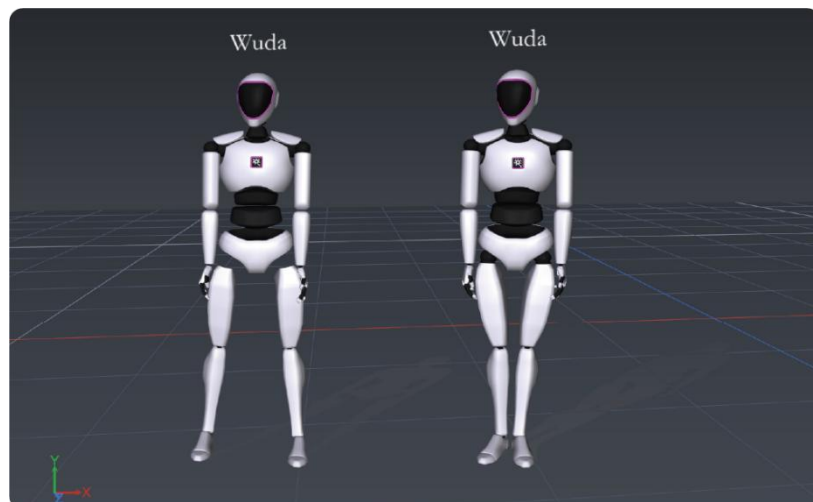




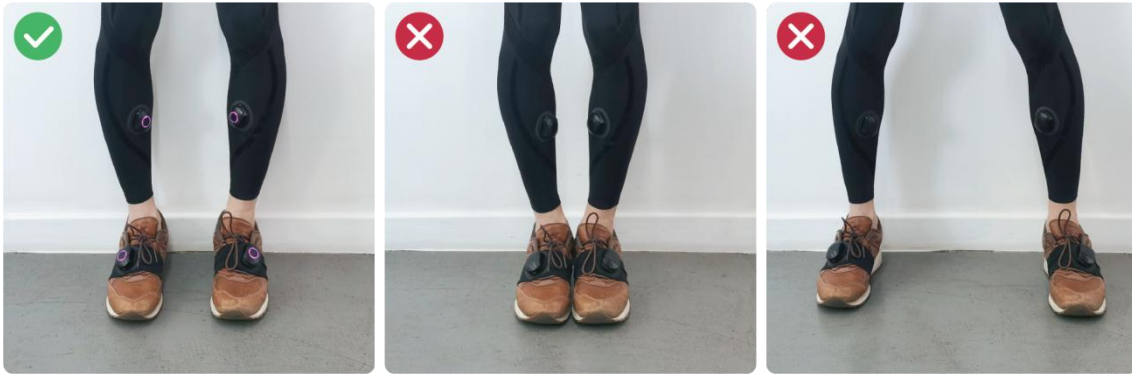
A-Pose 时双脚外八导致



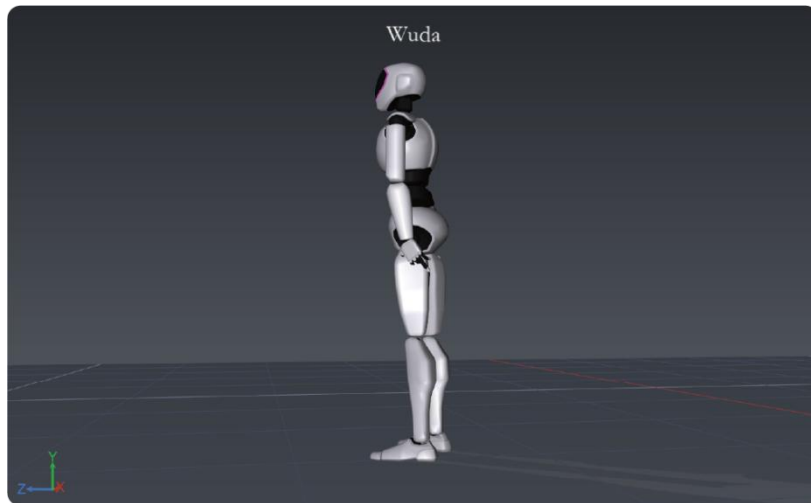
正常站立时双腿外张或内缩太大



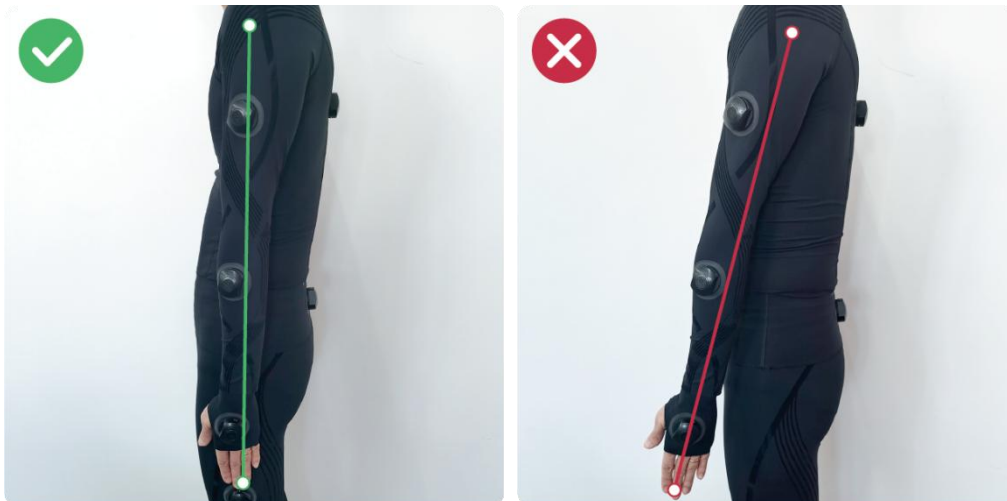
A-Pose 时双脚距离过近，双腿并拢太紧，没有做到两腿平行站立



手臂下垂时伸不直

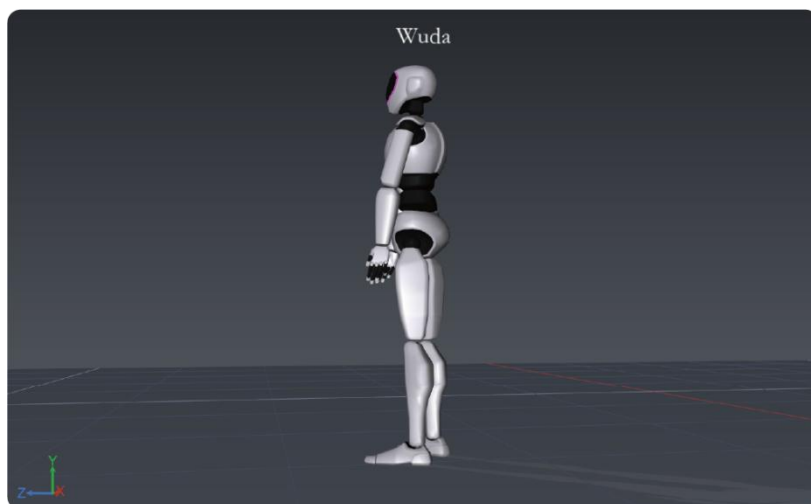


A-Pose 时手臂太过放松，放松时大臂和小臂之间会有一定的夹角，没有做到笔直朝下



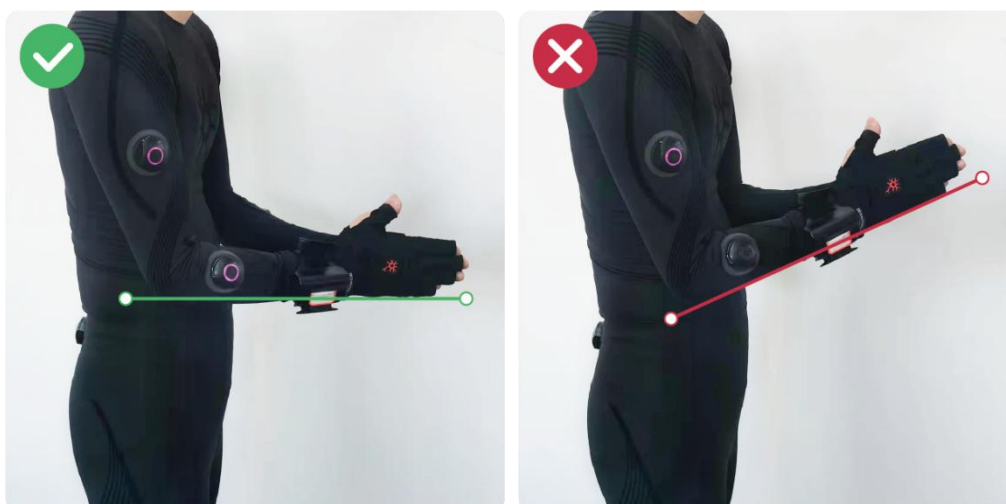
手臂靠前或者靠后

A-Pose 时手臂太过放松，没有做到笔直朝下；或者 T-Pose 时双臂过于向后张开



手指不直或手指朝向错误

B-Pose 的第一段四指没有平行于地面



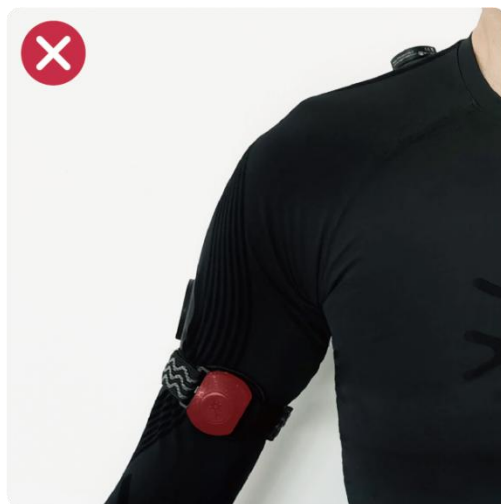
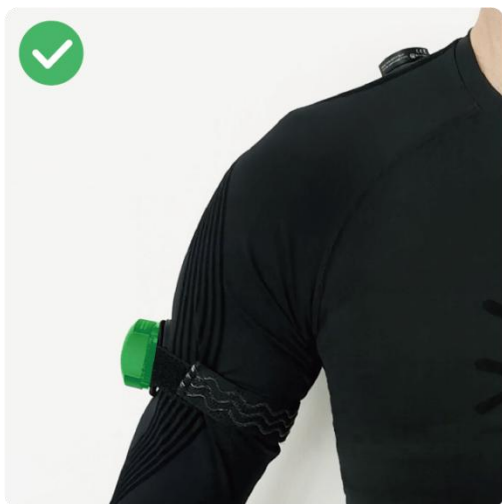
### 传感器穿戴

基于惯性传感器的动作捕捉系统的基础假设为传感器与人体骨骼之间为刚性绑定的关系，所以传感器一定要穿带在远离肌肉的位置，并且尽量紧固。任何肌肉隆起或者衣物褶皱引起的传感器的姿态变化都会导致一定的测量误差。

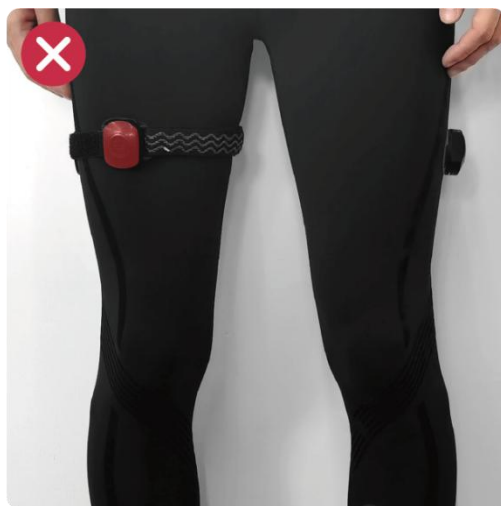
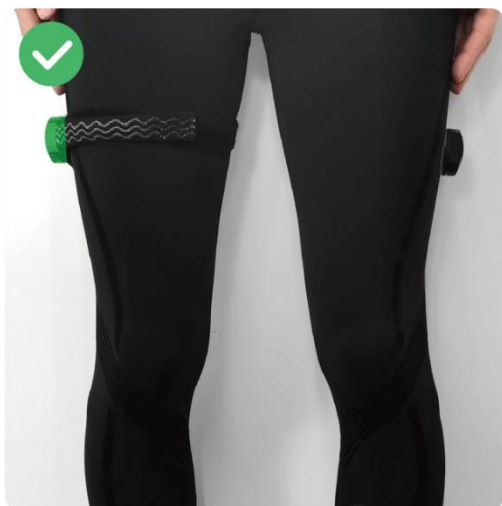
请详细阅读“开始动捕”章节的传感器穿戴 详细内容，确保将传感器穿戴在正确的部位

比较典型的穿戴错误为：

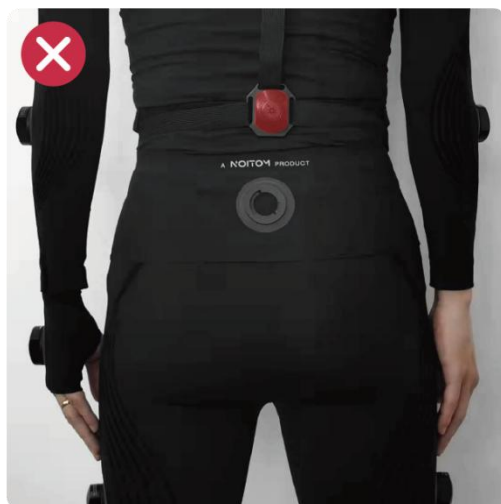
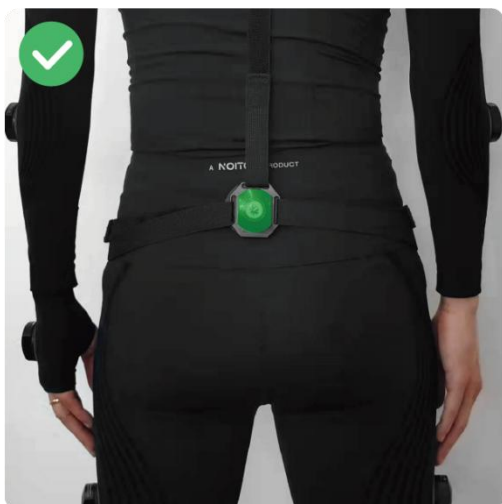
- 上臂传感器穿戴在肱二头肌上（应该穿戴在肱肌处，三角肌下方，肱三头肌与肱二头肌中间）



- 大腿传感器穿戴在股四头肌上（应该穿戴在大腿侧面为宜）



- 臀部传感器穿戴在腰部（应该穿戴在盆骨平面上）

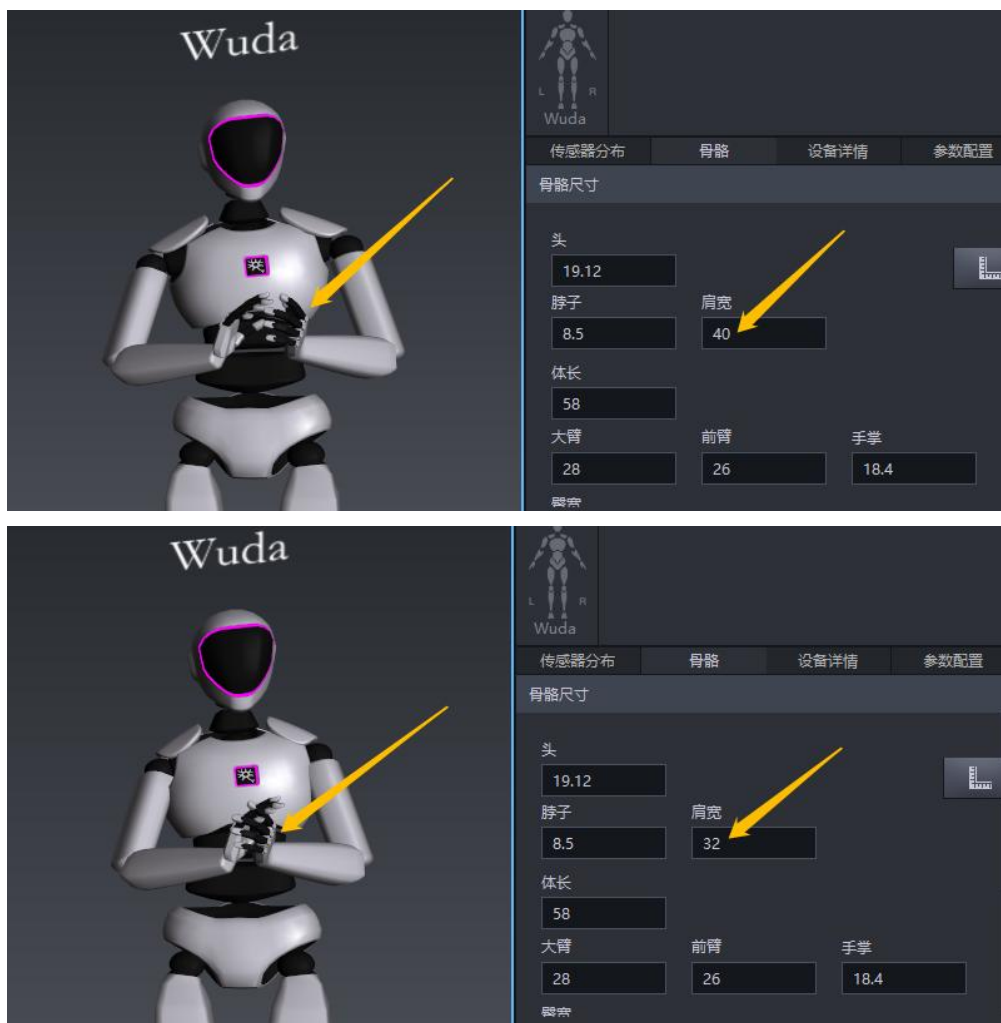


## 骨骼尺寸

基于惯性传感器的动作捕捉系统并没有绝对的位置信息，所以人体骨骼的长度都是由用户主动输入的。骨骼长度主要会影响两个方面的表现，一是身体部位之间的交互精度，如双手合掌动作；另一个方面是整个模型在空间中的移动距离，如

演员每迈出一步的真实距离与模型在虚拟场景中迈出一步的距离的对比。举例如下：

- 双手合掌动作：
- 下图为同一个动捕数据修改了肩宽参数的区别。使用者捕捉了一个拍手的动作，可以看到，相同的动作数据下身体部位的角度完全一致，模型的双手之间合掌的距离完全跟骨骼长度的设定有关。下面两图只调整了肩宽，32cm 的肩宽比 40cm 的肩宽更接近使用者实际的骨骼长度，所以双手的拍手动作表现也会更好。



### 2.3.2 信号强度

信号强度代表了计算机端实时收到传感器的数据的得包率（比如 PN3 设备一秒钟应该收到 60 帧数据，如果这一秒只收到了 55 帧，则得包率为 92%）。若信号强度不好（平均低于 80%），则一方面会影响校准动作的质量，导致校准完毕后 Avatar 姿态就不太正常；另一方面会让实时动捕的时候出现数据卡顿的情况。

影响信号强度的主要因素

- 数据收发器与传感器之间的距离
- 数据收发器与传感器之间是通过无线射频传输数据的，类似于无线路由器或蓝牙设备，它有着传输距离的限制。

- 正常情况下（无频段接近的其他设备干扰的情况下）Perception Neuron Studio 设备是 8 米左右的传输距离，加入定向天线可达到 15 米；Perception Neuron 3 设备是 5 米左右的传输距离。
- 数据收发器与传感器的频段
- 若在动捕设备使用期间，附近有相似频段的其他无线设备工作，则会对动捕设备的信号有较大干扰，从而影响信号强度。
- Perception Neuron Studio 和 Perception Neuron 3 系列产品均使用信号灯颜色来代表频段信息，只有数据收发器与传感器颜色一致时，它们之间才可以进行数据连接。

指示灯状态	描述
常亮（红色）	正在等待 DHCP 分配
绿色	1 信道
蓝色	2 信道
紫色	3 信道
蓝绿色	4 信道
白色	5 信道
黄色	特殊信道或者停止收发数据

### 信号强度低的解决方案

信号强度低主要有以下几点可能性，需一一排查并作出相应应对措施：

1. 确认使用距离是否超过了数据收发器与传感器之间的标准距离
2. Perception Neuron Studio 设备是 8 米左右的传输距离，加入定向天线可达到 15 米；Perception Neuron 3 设备是 6 米左右的传输距离。如果一定要在很大的场地中使用，则可以使用 Perception Neuron Studio 的多数据收发器模式
3. 确认数据接收器是否正常工作
4. 若使用距离在标准距离之内，信号强度依然很低，则首先需要确认数据收发器是否正常工作。
  - 如果是 Perception Neuron Studio 设备，请拧下天线，查看信号强度是否有变化。如果没有变化，则说明是天线接口处损坏或者天线本身损坏，请联系售后人员返厂维修；
  - 如果是 Perception Neuron 3 Pro/ Perception Neuron 3 设备，请手动变换数据收发器朝向，确保其尾部对准使用者，确认信号是否变强
5. 改变频段确认是否是频段干扰导致
6. 有两种修改频段的方式，第一种是使用 Axis Studio 软件中的“频段设置”功能；第二种是双击传感器的按钮，就可以依次序更改频段。通常情况下，绿色频段与蓝色频段是信号强度最高的频段

### 根据不同的信号强度选择不同的校准方式

若由于各种环境因素，信号强度无法每次使用都保持在稳定的状态，则需要根据信号强度的表现选择合适的校准方式，请参考 [校准模式选择](#)



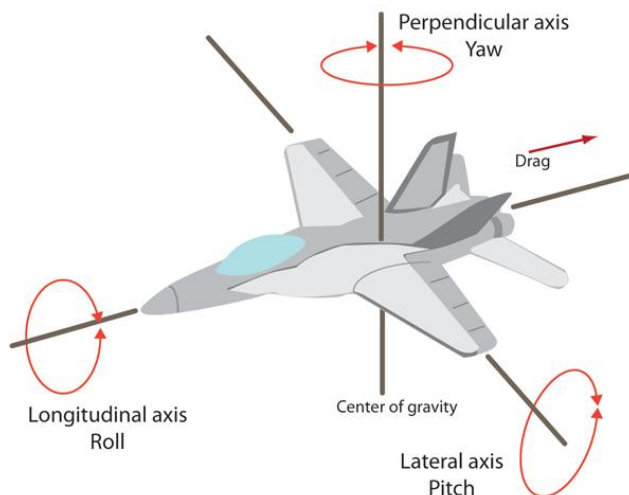
### 2.3.3 磁环境

惯性动捕传感器内部使用了磁力计，磁力计的数据会受到外界磁场干扰，影响最终的动作捕捉的效果。Axis Studio 软件支持的动作捕捉产品 Perception Neuron Studio 和 Perception Neuron 3 (Pro)系列产品的传感器均内置的抗磁干扰算法，能够最大限度的减小磁干扰导致的动作捕捉表现问题。正确的使用抗磁功能能够得到最好的动作捕捉表现。

#### 判断姿态问题是否是磁干扰导致

惯性动作捕捉传感器主要在 Yaw 方向（即东南西北的平面方向）使用磁力计的数据，所以如果 Avatar 的身体在 Yaw 方向出现了错误的旋转，则大概率是磁干扰导致的问题

使用一个标准飞机的图来解释 Yaw 方向的含义，下图中的“Perpendicular axis Yaw”即代表了 Yaw 方向



举例如下：Avatar 的错误为腰部在 Yaw 方向上的扭曲，是磁干扰导致的错误：

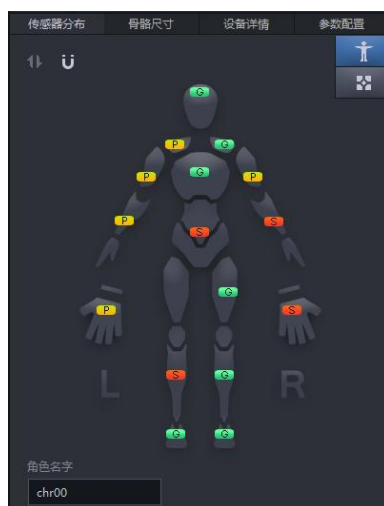


而腰部在 Pitch 方向上的扭曲，则不是磁干扰导致的错误，如下图所示



### 磁干扰在 Axis Studio 软件中的提示

Axis Studio 软件支持的产品有两种关于磁干扰的提示，一是传感器上的提示灯，如果是常亮状态就代表该传感器正在受到磁干扰；另一个是 Axis Studio 软件中的列表，在传感器分布里可以点击“磁铁”icon 的按钮切换到磁状态提示，或者在“设备详情”中也可以看到磁状态的提示



绿色的“Good”代表传感器无磁干扰；

黄色的“Poor”代表传感器受到较弱的磁干扰；

红色的“Severe”代表传感器收到较强的磁干扰

### 磁干扰的解决方案

磁干扰在生活中无处不在，传感器受到磁干扰并不会一定影响动作捕捉的数据质量，只有长时间(>3 分钟)受到持续的磁干扰才会对动作捕捉数据有着可见的影响。所以在实时动作捕捉的时候需要正确的操作方式来最大程度的减小磁干扰的影响。

减小磁干扰影响的操作准则是：在穿戴和校准完毕后，Avatar 姿态正常的时候，灵活使用“重置磁基线”按钮来确保在动作捕捉的使用范围内传感器尽可能多的处于无磁干扰状态





当完成校准后，如果录制动作捕捉数据的中心使用的位置与校准期间做“A-Pose”的位置相隔较远（2 米以外），且此位置存在磁干扰的情况，就需要在新的使用的位置附近点击“重置磁基线”按钮，传感器就会在新的位置进行磁场的重新估计，并更新磁干扰的状态。

一个例子：TAWBP 校准完毕后姿态正常，动捕演员需要走到几米之外去捕捉一个长时间坐在一个椅子（有铁钉等铁磁性器件）上的虚拟直播项目。这种情况下需要等演员坐在表演的椅子上以后，再点击“重置磁基线”按钮，让传感器重新评估带有椅子的新环境的磁场信息。

#### 磁干扰导致姿态错误的修复方法

由于传感器受到磁干扰而导致了 Yaw 方向的姿态误差后，可以使用进行姿态的快速纠正

使用方法是：动捕演员做出标准 A-Pose 姿势，然后点击“恢复初始姿态”按钮即可



此按钮可以在“设置→高级选项”中选择是否有三秒钟的延时生效，这样动捕演员本人也

可以正确的实施此操作



### 2.3.4 各按钮功能解析

#### 3D 视图功能

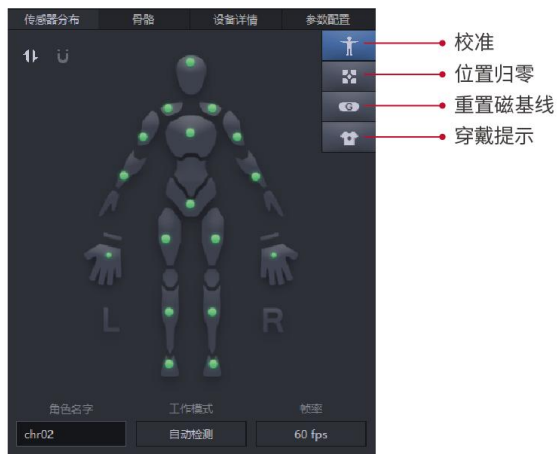


#### 设备穿戴



"磁免疫"为 Beta 功能，现阶段仅作用于手指。在有手指传感器连接的情况下，如果有长时间操作铁磁性物品（比如使用手机或者握住鼠标）的使用情况时，可以打开点击“磁免疫”按钮，获得更好的动捕效果。

#### 侧边栏



## 骨骼尺寸

此处可以自定义骨骼尺寸，也可加载骨骼尺寸模板。



## 设备详情

显示各个传感器的详细信息，包括传感器 ID、传感器信号、磁场等级和电量。

传感器分布		骨骼尺寸	设备详情		参数配置
身体位置	传感器	得包率	磁状态	电量	
臀	1	96.9%	Poor		 
右大腿	2	99.9%	Poor		
右小腿	3	99.9%	Poor		
右脚	4	96.9%	Good		
左腿	6	92.9%	Poor		
左脚	7	98.9%	Good		
右肩	8	98.9%	Good		
右大臂	9	95.9%	Good		
右前臂	10	96.9%	Poor		
左肩	12	99.9%	Poor		
左大臂	13	96.9%	Good		
左前臂	14	95.9%	Good		
头	16	97.9%	Severe		
脊柱2	17	99.9%	Good		
右手大拇指2	19	99.9%	Good		
右手食指2	20	99.9%	Good		

## 参数配置



### 场景

- 平地：如果您的动捕场景是在平地上进行捕捉，请使用平地模式。
- 爬楼梯：如果您要上下楼或没有固定地面的情况下运动，请使用自由攀爬模式。
- 臀锁定：臀锁定意味着将你的虚拟人物模型的腰部锁定在某个位置，当您在跑步机上跑步或使用吊索时可以使用此模式
- 原地(Beta)：在小范围内（约 2 米\*2 米范围）做直播或数据录制时可使用此模式，通过算法来消除惯性动捕固有的位置漂移问题，将 Avatar 自然的限制在原地小范围内

### 接触点

- 当您准备进行动作捕捉时候，基于您想捕捉的动作，您可以提前选择手或者脚将会与地板或固定的表面接触。
- 在大多数情况下，我们会默认选择脚部接触。如果您想要捕捉侧手翻或者俯卧撑等动作，您需要同时勾选脚接触和手接触。

### 接触约束容忍度

- 调整脚与地面接触的约束容忍度。
- 数值越小，脚步与地面接触更加牢固。
- 数值越大，脚步与地面接触更容易滑动。

#### **关节约束容忍度**

- 人体真实的骨骼之间存在间隙，关节刚度是为了调整动捕算法里允许此间隙值的大小。
- 数值越小，算法允许的间隙越大，整个人体模型看起来就越松弛。

#### **接触敏感度**

- 接触敏感度决定接触算法判断是否敏感。
- 数值越大，越容易判断接触。
- 数值越小，越不容易判断接触。

#### **航向角**

- 调整虚拟人体模型的偏航方向。
- 你可以直接在第三方软件中使用它来控制虚拟人物的方向。

#### **俯仰角**

- 调整虚拟人体模型的俯仰角度。
- 如果您发现虚拟人体模型过于前倾，则需将俯仰角的值调高一点。

#### **磁免疫（测试）**

勾选此项打开实时纠偏功能

**使用方法：** 原地静止两秒，向前直线行走两米后再原地静止两秒，错误的身体部位会被纠正。

## 2.4 数据编辑

### 2.4.1 数据处理

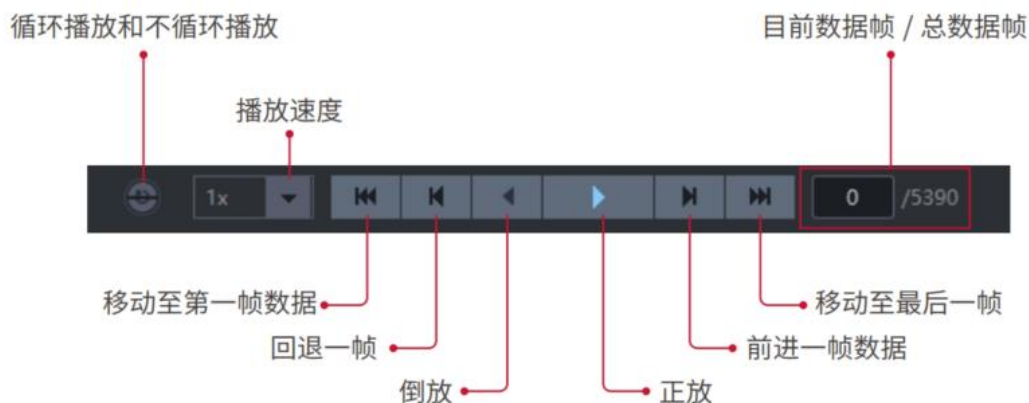
数据处理是在各种参数选择的基础上，使用 Axis Studio 内置的支持人体约束与环境约束的多传感器融合动作捕捉算法来进行原始动作捕捉数据的优化，它是一切数据编辑功能的基础。在 Axis Studio 软件中，做出了下文中各种参数修改之后，只有点击数据处理按钮才会使修改的参数生效。数据处理按钮在编辑页面的 3D 视图的右下角。即使没有做任何的参数修改，通过点击数据处理按钮也能够得到比实时状态下动作捕捉更好表现的数据。



数据处理的计算有两种底层逻辑：模型的骨骼之间带有间隙和不带有间隙，可以在设置→高级选项→关节间隙中进行选择，绝大部分数字人均适用不带有间隙的数据（关节间隙：关闭），但是相应的，它需要更长时间的数据处理，一段 1 分钟长度的数据可能需要处理 3-5 分钟。



数据处理下面的播放条按钮功能如下：



### 2.4.2 场景选择

场景选择的逻辑与实时动捕相同。同一段数据选用不同的场景模式会得到不同的结果。比如一段奔跑的数据，试用“平地”模式将会得到跑出一段距离的结果，但是使用“臀锁定”模式再进行数据处理的话，会得到原地奔跑的数据结果。四种使用场景的描述如下：

- 平地：如果您的动捕场景是在平地上进行捕捉，请使用平地模式
- 平地模式还有一个“自动检测手/臀接触高度”的选项，勾选之后则默认为脚部的接触点一直在平地上，如果发生了手部或臀部接触的话，算法会自动判断接触的高度，来决定接触点接触在平地上还是其他的高度上
- 爬楼梯：如果您要上下楼或没有固定地面的情况下运动，请使用自由攀爬模式。
- 臀锁定：臀锁定意味着将你的虚拟人物模型的腰部锁定在某个位置，当您在跑步机上跑步或使用吊索时可以使用此模式
- 原地(Beta)：在小范围内（约 2 米\*2 米范围）做直播或数据录制时可使用此模式，通过算法来消除惯性动捕固有的位置漂移问题，将 Avatar 自然的限制在原地小范围内

### 2.4.3 接触编辑

接触编辑是动捕数据表现的最重要的编辑部分，由于各种数据源的误差（校准姿势，骨骼长度，传感器精度等），人体动捕算法偶尔会有错误的接触点的判断，从而导致了动捕数据表现的错误。使用者主动给软件输入正确的接触信息，能够帮助算法计算出最佳的动捕结果。接触编辑主要分为两个方面：接触点选择与接触点编辑

#### 接触点选择

在一段数据中，使用者可以先验的设置有哪些位置有过跟地面、桌椅、阶梯等物品的接触行为。准确的接触点设置能够让算法本身有着更加准确的接触判断计算结果，减少后期人为修改花费的时间和精力。接触点的选择与场景选择相关，场景选择决定了算法在判断接触点接触后的将相应身体部位固定在的位置高度。

*举例说明 1：一段正常走路的数据。此时应该在“平地”场景的基础上勾选“脚”接触。如果此时选择了“手”或者“臀”接触的话，会导致一些接触点的误判，造成计算错误。*



*举例说明 2：一段攀岩的数据。此时的接触点并不在平地上，且手部和脚部均会有稳定接触的情况发生。所以应该选择“爬楼梯”场景，并勾选“手”和“脚”的接触。*

## 接触点编辑

接触点编辑的操作界面在 3D 界面的下面，接触点编辑在使用“数据处理”按钮之后才会出现。



线的颜色分别指代不同的身体部位接触地面的时间。

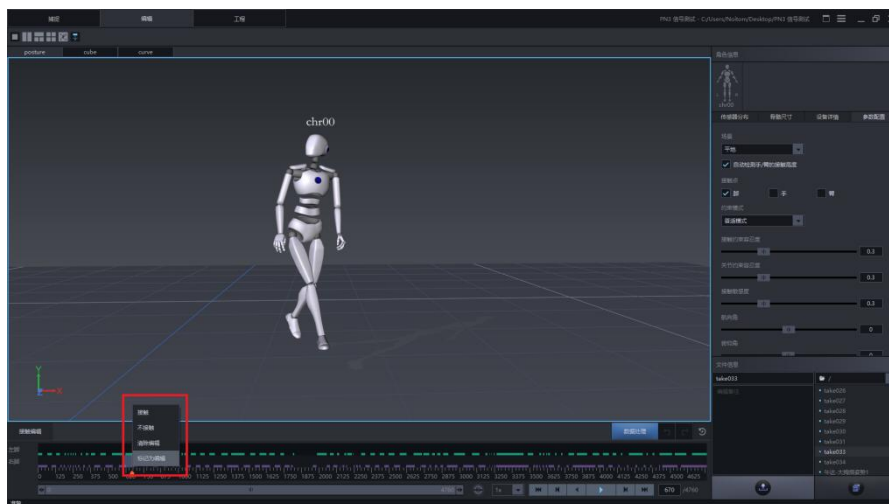
- 左手：左手接触编辑区。
- 右手：右手接触编辑区。
- 左脚：左脚接触编辑区。
- 右脚：右脚接触编辑区。
- 单击鼠标右键并拖动以修改要编辑接触点 / 非接触点的帧。
- 更改在状态栏中显示的帧的长度，以便逐帧编辑。下面的例子是一个含有 2363 帧的捕获，其中可见帧的长度不足以显示和编辑每一帧。如果更改长度使条形图仅显示特定长度的帧（如第 877-1530 帧），则可以根据需要选择和编辑每一帧。



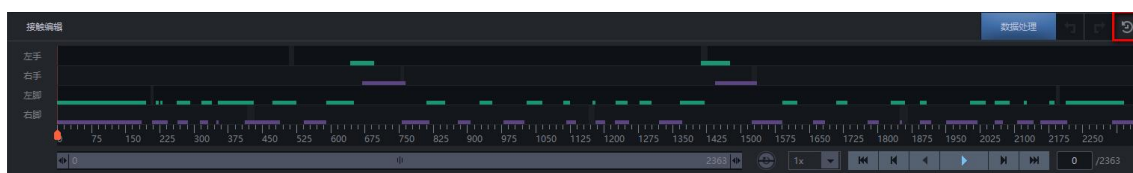
- 在您成功编辑身体接触点后，您可以单击数据处理按钮以更新编辑后的数据结果。
- 您可以选择按钮撤消编辑过程，然后选择按钮重新编辑过程。撤消或重新编辑接触点后，始终需要单击数据处理按钮使您的编辑生效。



- 当您编辑完一段数据，点击数据处理时，您可能会发现其他未编辑的部分也会跟着改变，此时您可以使用标记为编辑功能来保护未编辑的部分。按住鼠标右键，拖动您想要保护的数据，选择标记为编辑。



- 您可以点击右侧还原初始状态按钮，还原到编辑之前的状态。



#### 2.4.4 参数调节

参数调节同样是影响软件算法的接触点自动判断的一个方面。对于动捕结果有影响的可调节的参数主要分为两部分：约束模式和俯仰角

##### 约束模式

约束模式主要用来区分整套动捕动作接触点是否保持不动

- 稳态接触：适用接触点保持不动的动作捕捉数据。比如俯卧撑，引体向上等接触点没有移动的动作。
- 普适模式：适用除了稳态接触以外的各种运动模式

##### 俯仰角

俯仰角主要用来调节人体模型的前倾和后仰角度。由于使用者在做姿态校准的时候无法保证 100% 的竖直站立，模型与真实的人体之间或多或少会有前倾和后仰的误差，通过调节俯仰角可以减小这种误差。

俯仰角调节最有效的使用方式是上下楼梯数据的调节，通过细心的调节俯仰角和编辑接触点，可以做到一段非常接近真实高度的上下楼梯的数据，如样例数据中的“2.0-Climb Stairs”

#### 2.4.5 具体数据样例

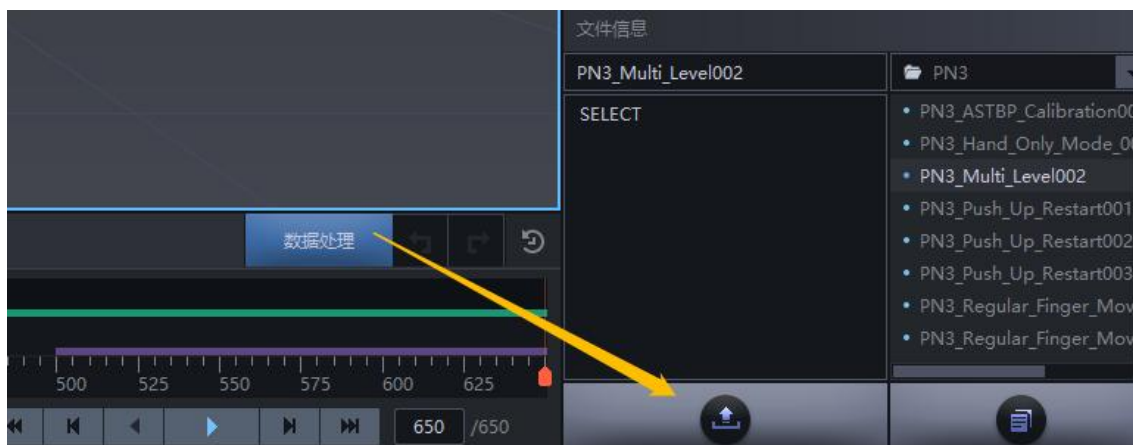
此章节即将上线，敬请期待

## 2.5 数据导出与广播

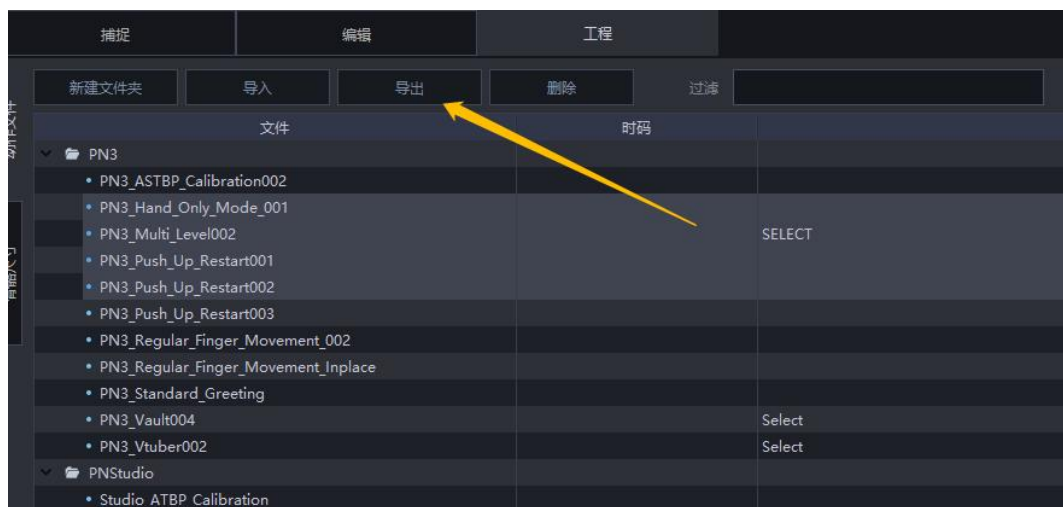
绝大部分用户使用动作捕捉系统是需要将数据实时广播或者导出到第三方软件中套用自己的模型进行使用的。Axis Studio 软件提供了丰富的数据广播和导出功能。本章节主要分为四个部分：数据

### 2.5.1 数据导出选项

数据文件导出按钮在编辑界面的右下角



在工程界面里也可以进行快捷的单一文件导出和批量导出



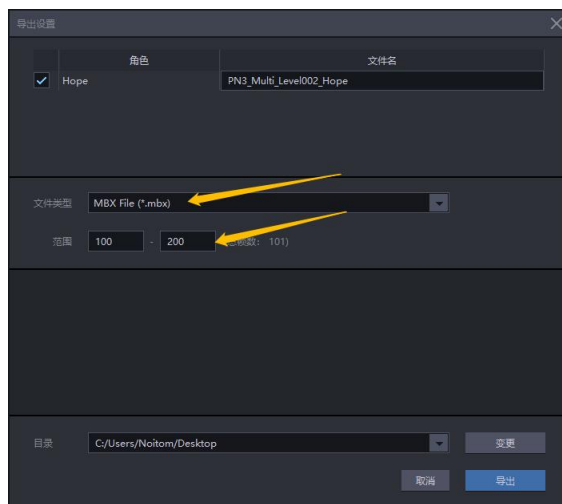
数据文件导出主要有以下几个方面的选项需要选择：文件类型，骨骼，以及位移、旋转和时间码。

### 文件类型

文件类型主要分为.mbx 文件，.fbx 文件，.bvh 文件，以及.csv 文件

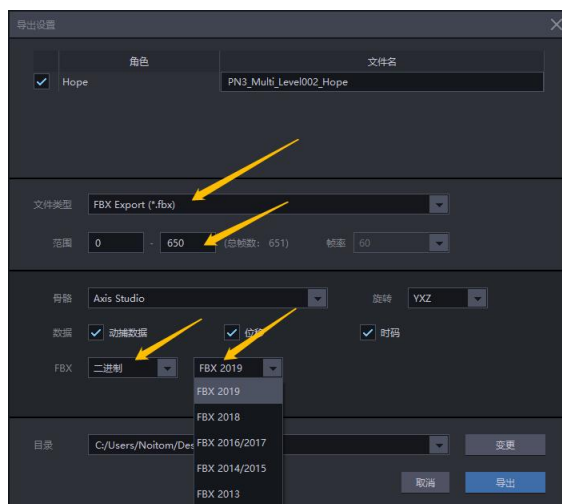
#### .mbx 文件

.mbx 文件为诺亦腾自研定义的文件格式，此功能主要用来将长文件分割为短文件。如用户捕捉了一条 2 分钟的动作文件，但只有中间的 30 秒是有效数据，其他均为无效数据，想要对动捕文件进行切割，此时即可以使用.mbx 文件，选择相应的帧号范围，进行导出即可。



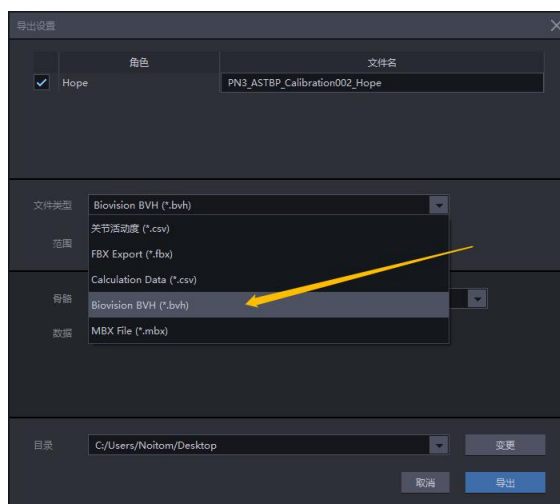
### .fbx 文件

.fbx 文件是 3D 动画中最广泛使用的格式之一，无需过多介绍。Axis Studio 支持导出标准的 fbx 文件，且可以选择帧范围，二进制/字符串类型，以及 fbx 的格式版本



### .bvh 文件

.bvh 文件是由 Biovision 公司定义的一种精简的描述链状运动关系的数据格式，现在已经广泛应用在动作捕捉领域的各项软件中

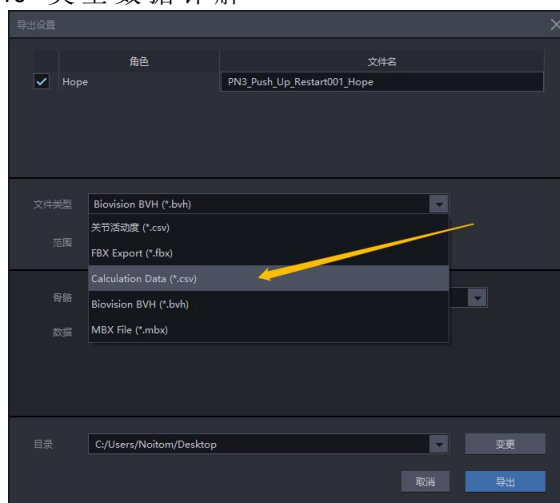


## .CSV 文件

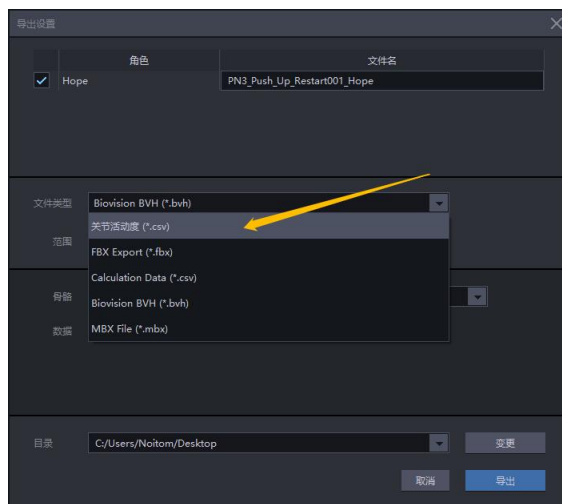
.CSV 文件是诺亦腾自己定义的标准.CSV 格式的文件，分为两种类型文件

第一种名称为“**Calculation Data**”。它是一个数据化输出传感器与人体关节的角度，角速度，加速度，位移等基础数据的表格文件。这些数据可以备导出为文件，也可以实时广播出去（仅 **Perception Neuron Studio** 支持），通过 **MocapApi** 的解析在第三方软件里实时使用。关于 **Calculation Data** 的详细描述请参考章节：

“2.5.5MocapApi Calc 类型数据详解”



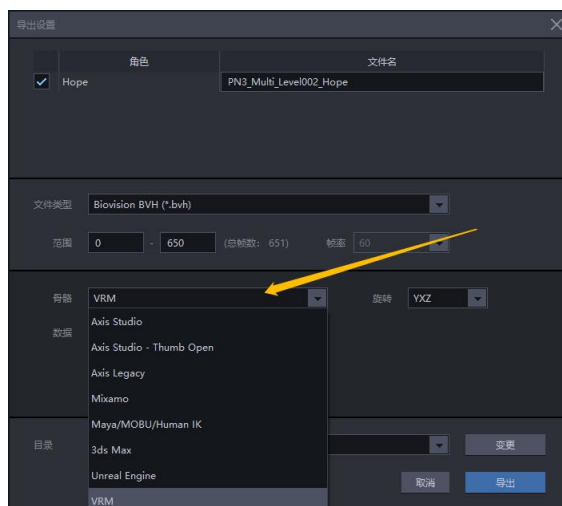
第二种名称为“**关节活动度**”。它是按照传统的运动解剖学的定义进行了一些人体骨骼角度的计算。关于关节活动度的详细定义与描述请参考章节：“2.5.6 运动解剖学数据格式”值得一提的是，可能每个用户都有自己特殊的关于关节活动度的角度定义，**Axis Studio** 软件是按照传统的经典运动解剖学数据定义给出的。如果有用户想要计算其他类型的角度值，则需要自己做出解析计算。一般来说，.bvh 文件所包含的信息即足够做出所有相应的角度计算了。



## 骨骼

骨骼选项表示的是广播或导出模型姿态的“零位”。绝大部分用户使用动作捕捉设备都是需要将数据映射到一个第三方的模型上，但是由于第三方模型的构建逻辑没有一个绝对的准则，所以就需要通过重新调整模型或者 **Retargeting** 的方式来将 Axis Studio 输出的数据与第三方模型的“零位”保持一致，从而正确的驱动第三方模型。

为了方便用户使用，Axis Studio 自动导出了一些常用的模型格式，包括 Mixamo, Maya, 3dsMax, Unreal, VRM 等常用格式。请注意这里的骨骼选择是表示在这些软件中建模的默认骨骼，而不是说任意能在这些软件中打开的骨骼。具体解释如下：



### Axis Studio

Axis Studio 软件输出的标准骨骼，可以在 [https://shop.noitom.com.cn/common/product\\_item/index.jhtml?productId=3](https://shop.noitom.com.cn/common/product_item/index.jhtml?productId=3) 网页上的“示例模型”中下载这个骨骼

### Axis Studio- Thumb Open

Axis Studio 软件输出骨骼的基础上将大拇指张开了 45°。主要原因是由于 Axis Studio 标准骨骼的大拇指“零位”是一个人体无法实现的角度，这种情况下有些模型很难做调整，所以可以使用 “Axis Studio- Thumb Open” 来进行相对应的调整

### Axis Legacy

Perception Neuron（使用 Axis Neuron 软件）和 Perception Neuron Pro（使用 Axis Neuron Pro 软件）用户使用的默认模型。

### Mixamo

Mixamo 网站服务使用的默认模型

### Maya/ MOBU/ HumanIK

使用 Maya，MotionBuilder，或 HumanIK 所建立的默认模型，这三种软件建立的默认模型是相同的

### Unreal Engine

Unreal 所建立的默认模型

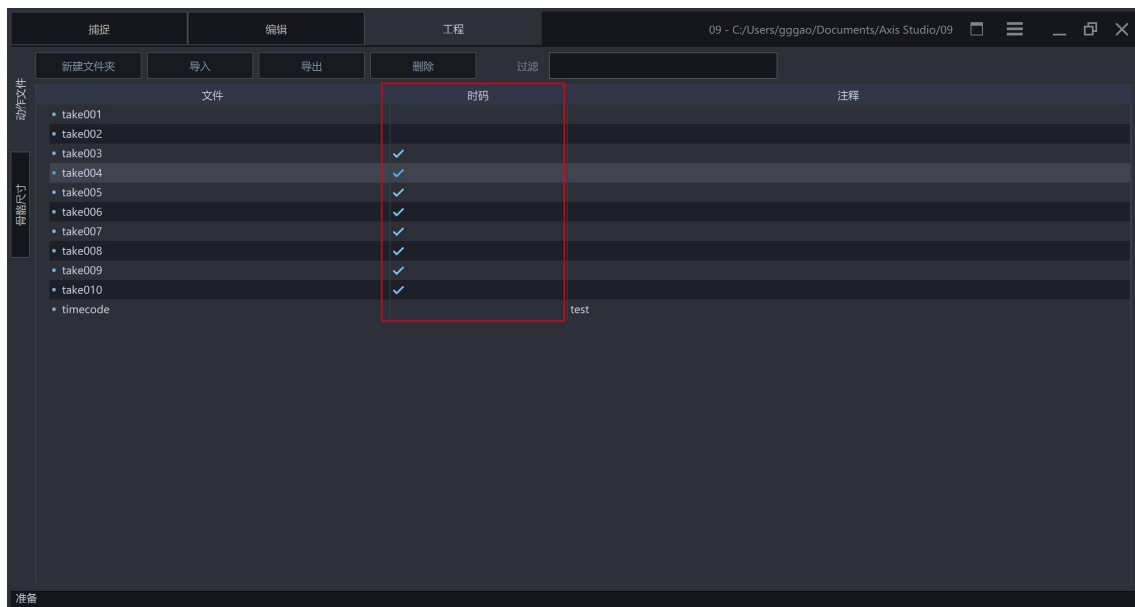
我们正在研发 MetaHuman 相关模型的映射，下个版本会推出

### VRM

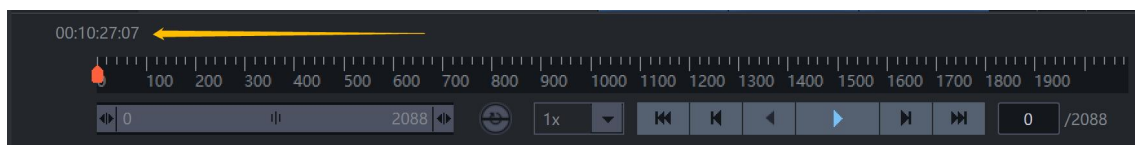
VRM 格式的默认模型。“VRM”是一个基于 3D humanoid avatar 定义的为 VR 场景服务的一种 avatar 格式，在虚拟直播行业应用比较广。具体介绍请参考官方文件：<https://vrm.dev/en/>

## 时间码

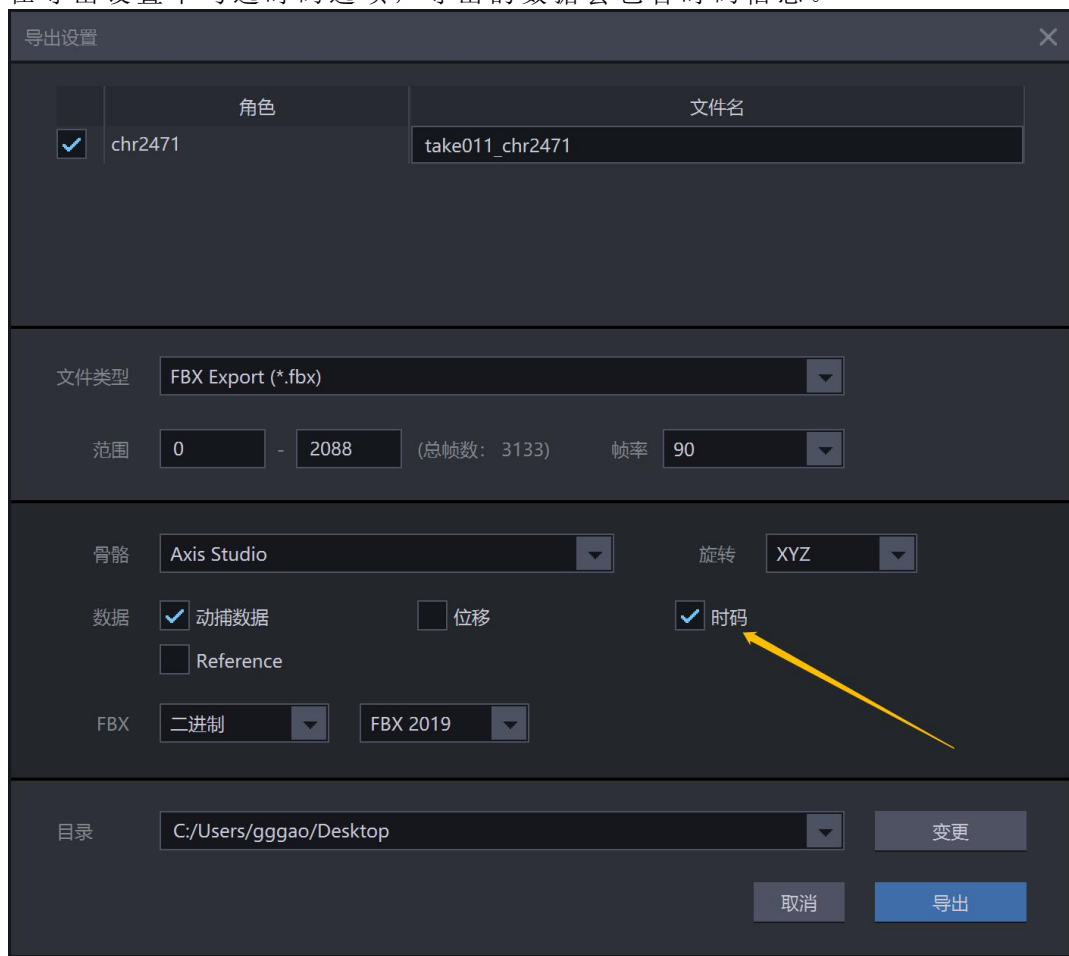
如接入了外部时钟源信号或选择了 PC 时码后录制数据，录制的可在工程页面看到打勾标记。



回放数据时可在面板中看到时码信息。如选择的是 PC Timecode，则采集时刻为时码零点，录制起点显示的时间为从采集时刻到录制开始时的使用时长。如选择的是外界时码设备，则显示时码与外接时码设备同步。



在导出设置中勾选时码选项，导出的数据会包含时码信息。



### 2.5.2 开始数据广播

除了导出数据以外，还有另一种方法将 Axis Studio 中的数据传送到第三方软件中，即数据广播功能。

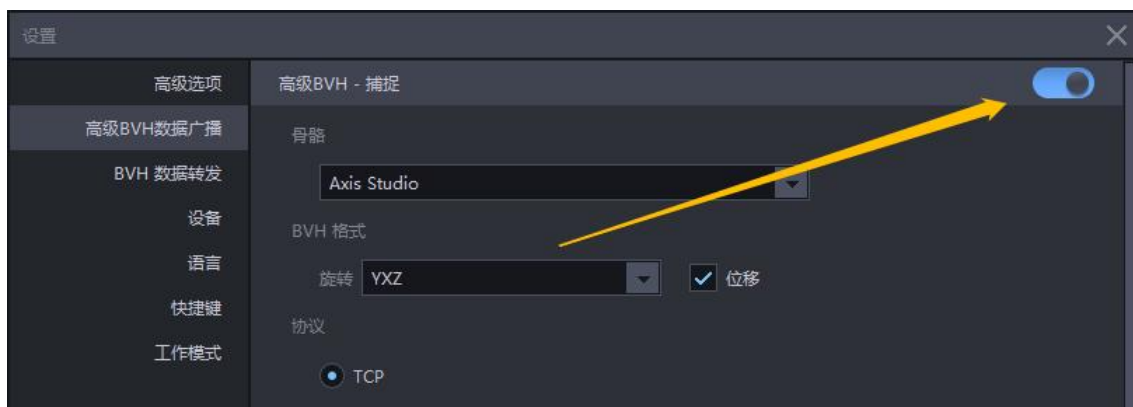
数据广播功能可以将 Axis Studio 中的数据实时的广播到 Axis Studio 软件所在的网络中，网络对应的任何其他软件都可以通过 Api 接口开接收和解析实时的数据

Axis Studio 软件既可以广播实时的数据，也可以播放历史数据进行实时转发

#### 实时数据广播

当实时连接上动作捕捉设备时，打开“BVH- 捕捉”或者“高级 BVH- 捕捉”按钮（按钮由灰色变成蓝色即表示开启）即可以进行实时的数据广播了。





请注意，“高级 BVH 数据广播”用于 Maya 和 MotionBuilder 这两个软件插件的数据传输与解析；其他软件均使用“BVH 数据转发”

### 历史数据广播

使用历史数据进行数据广播的第一步是打开并播放你想要广播的历史数据。可以使用循环播放按钮来让数据自动循环。

进行历史数据广播的逻辑与实时数据广播相同，只需要打开相应的“BVH- 编辑”或“高级 BVH-编辑”即可。

请注意，如果同时打开了多项数据广播按钮，请务必确保使用不同的端口，以免造成数据串扰。

### 2.5.3 数据广播 API 接口

使用标准的“BVH 数据转发”进行数据广播后，可以使用 Axis Studio 的标准 API 接口-MocapApi 来进行数据接收和解析。

标准 API 接口下载地址为 [https://www.noitom.com.cn/download\\_service.html](https://www.noitom.com.cn/download_service.html)

它也在 Github 上开源，请访问：<https://github.com/pnmocap/MocapApi> 来浏览最新的开发版本

### 2.5.4 第三方软件插件

Perception Neuron Studio 产品支持以下 3D 软件插件，请在官网页面进行下载：

[https://www.noitom.com.cn/download\\_service.html](https://www.noitom.com.cn/download_service.html)

1. Unreal
2. Unity
3. MotionBuilder
4. Maya
5. 3dsMax
6. C4D
7. Blender

### 2.5.5 MocapApi Calc 类型数据详解

MocapApi 中的 Calc 数据主要包含六种数据，本文档详细介绍了这些数据的定义，格式，以及坐标系信息。

#### Calc 数据项概述

- Calc 数据项包括分为 4 段，段之间用-连接。
  - a. 第一段为身体部分名称，如 Hips, SpineBottom, ..., LeftHandPinkyTip 等 59 种，详情请见后文“第一段（身体部分）说明”。
  - b. 第二段为特征信息，包括传感器 Sensor、关节 Joint、骨骼 Bone 共 3 种。
  - c. 第三段为物理量信息，包括姿态四元数 Quat、角速度 Gyro、加速度 Acce、速度 Velo、位置 Posi 共 5 种。另包括丢包标记 Lost。
  - d. 第四段为具体分量数值，包括 x, y, z 分量，其中四元数多一个 w 分量。
- 在 Calc 数据中，由上文中的第二段和第三段一共组合成了 6 种不同的数据进行输出，包括
  - a. 传感器姿态四元数 Sensor-Quat
  - b. 传感器角速度 Sensor-Gyro
  - c. 传感器加速度 Sensor-Acce
  - d. 关节速度 Joint-Velo
  - e. 关节位置 Joint-Posi
  - f. 骨骼姿态四元数 Bone-Quat。

#### 第一段（身体部分）说明

- 在 MocapApi 输出的数据中，将人体分为 59 个部分，其中以臀部节点为根节点，后续每个节点都与一个父节点相连，具体顺序如下表所示
- Calc 数据中的 Joint-Velo 与 Joint-Posi 数据会用到此连接关系。每个节点 Joint 的定义均为此节点与其父节点的连接处。比如“右前臂”的父节点为“右大臂”，其连接处为右臂肘关节，所以“右前臂”的 Position 和 Velocity 均指的是右臂肘关节的 Postion 和 Velocity

部分名称	标识	序号	父节点
臀部	Hips	0	根节点
右大腿	RightUpLeg	1	0

部分名称	标识	序号	父节点
右小腿	RightLeg	2	1
右脚	RightFoot	3	2
左大腿	LeftUpLeg	4	0
左小腿	LeftLeg	5	4
左脚	LeftFoot	6	5
脊柱下部分	Spine	7	0
脊柱中部分	Spine1	8	7
脊柱上部分	Spine2	9	8
颈部下部分	Neck	10	9
颈部上部分	Neck1	11	10
头部	Head	12	11
右肩	RightShoulder	13	8
右大臂	RightArm	14	13
右前臂	RightForeArm	15	14
右手	RightHand	16	15
右拇指指根	RightHandThumb1	17	16
右拇指指中	RightHandThumb2	18	17
右拇指指尖	RightHandThumb3	19	18
右食指掌骨	RightInHandIndex	20	16
右食指指根	RightHandIndex1	21	20
右食指指中	RightHandIndex2	22	21
右食指指尖	RightHandIndex3	23	22
右中指掌骨	RightInHandMiddle	24	16
右中指指根	RightHandMiddle1	25	24
右中指指中	RightHandMiddle2	26	25
右中指指尖	RightHandMiddle3	27	26
右无名指掌骨	RightInHandRing	28	16
右无名指指根	RightHandRing1	29	28
右无名指指中	RightHandRing2	30	29
右无名指指尖	RightHandRing3	31	30

部分名称	标识	序号	父节点
右小指掌骨	RightInHandPinky	32	16
右小指指根	RightHandPinky1	33	32
右小指指中	RightHandPinky2	34	33
右小指指尖	RightHandPinky3	35	34
左肩	LeftShoulder	36	8
左大臂	LeftArm	37	36
左前臂	LeftForeArm	38	37
左手	LeftHand	39	38
左拇指指根	LeftHandThumb1	40	39
左拇指指中	LeftHandThumb2	41	40
左拇指指尖	LeftHandThumb3	42	41
左食指掌骨	LeftInHandIndex	43	39
左食指指根	LeftHandIndex1	44	43
左食指指中	LeftHandIndex2	45	44
左食指指尖	LeftHandIndex3	46	45
左中指掌骨	LeftInHandMiddle	47	39
左中指指根	LeftHandMiddle1	48	47
左中指指中	LeftHandMiddle2	49	48
左中指指尖	LeftHandMiddle3	50	49
左无名指掌骨	LeftInHandRing	51	39
左无名指指根	LeftHandRing1	52	51
左无名指指中	LeftHandRing2	53	52
左无名指指尖	LeftHandRing3	54	53
左小指掌骨	LeftInHandPinky	55	39
左小指指根	LeftHandPinky1	56	55
左小指指中	LeftHandPinky2	57	56
左小指指尖	LeftHandPinky3	58	57

## 第二段（特征信息）说明

- 传感器 Sensor：在惯性动作捕捉中，有些身体部分上并没有绑定相应传感器，这些身体部分的“传感器数据”是由身体骨骼数据反算得出。现阶段 MocapApi 仅支持 Perception Neuron Studio 传感器。
- 关节 Joint：已在上一节“第一段（身体部分）说明”中解释

- 骨骼 Bone：即代表该身体部分

#### 坐标系与坐标原点说明

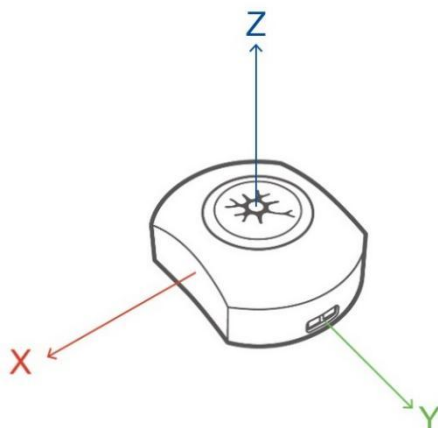
- 在说明第三段（物理量）与第四段（分量数据）之前，需要介绍具体的坐标系与坐标原点
- Calculation Data 文件中所有数据都是其在全局系下的数据，不是与父节点的相对系数数据

#### 全局坐标系

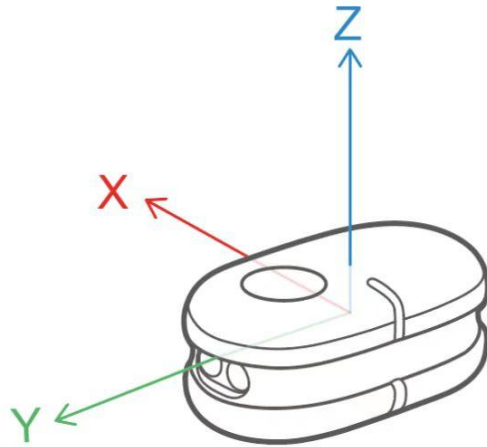
- MocapApi 输出的 Calc 文件中所有物理量均以人体校准姿势的左上前坐标系为全局坐标系。若没有人体校准（如 Axis Lab 软件），则使用北天东坐标系为全局坐标系

#### 传感器本体坐标系

- Perception Neuron Studio 传感器，其传感器经过下位机 AHRS 计算后，上位机收到的输出数据的本体坐标系如下图所示

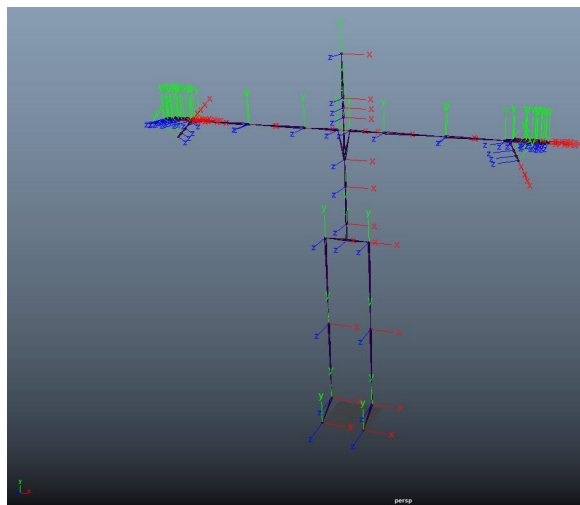


- Perception Neuron 3 传感器，其传感器经过下位机 AHRS 计算后，上位机收到的输出数据的本体坐标系如下图所示



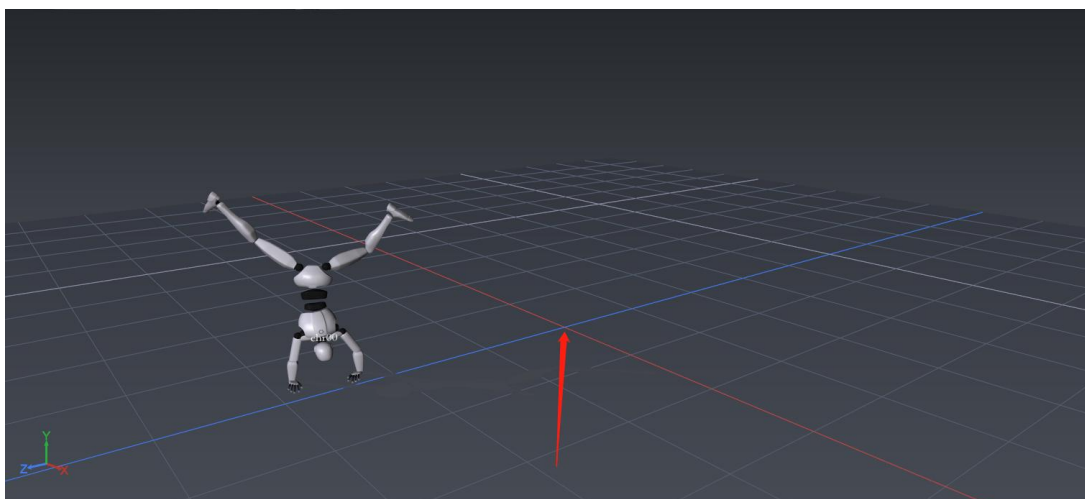
### 人体本体坐标系

- 人体节点坐标系的定义遵从 BVH 格式的定义，每个节点输出数据坐标系为 TPose 情况下的左上前坐标系，如下图所示



### 位置零点

- Calc 输出数据包含节点的 Position 数据 (Joint-Posi)，其零点定义为 Axis Studio 软件中的红线与蓝线在地面上的交点，它也是 Avatar 坐完人体姿态校准后 Hips 节点所在位置在地面上的投影。如下图所示：



#### 旋转零点：

- Calc 输出数据包含身体每根骨骼的旋转数据（Bone-Quat），其零点定义为人体在 T-Pose 情况下面朝 Z 轴的时候各节点的角度
- T-Pose 的具体定义请参考 Perception Neuron Studio 骨骼的 BVH 格式头文件描述

#### 第三段（物理量）与第四段（分量数据）说明

- 四元数 Quat：用标准四元数格式表述传感器和骨骼的旋转量。两者旋转是一致的，但由于坐标系不同，故有两种数据输出。
- 角速度 Gyro：单位为弧度制，即 rad/s
- 加速度 Acce：国际标准单位  $m/s^2$
- 速度 Velo：国际标准单位 m/s
- 位置 Posi：国际标准单位 m

#### Calc 数据具体示例说明

- 数据项名称（表头）一般分为 4 段，段之间用-连接，上文已解释。
- 帧序号，从 0 开始记号。
- 丢包标记 Lost，取值 1 代表丢包，数据值通过算法得到。取值 0 代表正常，数据值为传感器测量值。
- 示例如下表。

数据项表头	说明
Frame-No	帧号
Hips-Sensor-Lost	Hips 部分传感器丢包标记
Hips-Sensor-Quat-x	Hips 部分传感器姿态四元数 x 分量
Hips-Sensor-Quat-y	Hips 部分传感器姿态四元数 y 分量
Hips-Sensor-Quat-z	Hips 部分传感器姿态四元数 z 分量
Hips-Sensor-Quat-w	Hips 部分传感器姿态四元数 w 分量
Hips-Sensor-Gyro-x	Hips 部分传感器角速度 x 分量

数据项表头	说明
Hips-Sensor-Gyro-y	Hips 部分传感器角速度 y 分量
Hips-Sensor-Gyro-z	Hips 部分传感器角速度 z 分量
Hips-Sensor-Acce-x	Hips 部分传感器加速度 x 分量
Hips-Sensor-Acce-y	Hips 部分传感器加速度 y 分量
Hips-Sensor-Acce-z	Hips 部分传感器加速度 z 分量
Hips-Joint-Velo-x	Hips 部分与父节点的关节速度 x 分量
Hips-Joint-Velo-y	Hips 部分与父节点的关节速度 y 分量
Hips-Joint-Velo-z	Hips 部分与父节点的关节速度 z 分量
Hips-Joint-Posi-x	Hips 部分与父节点的关节位置 x 分量
Hips-Joint-Posi-y	Hips 部分与父节点的关节位置 y 分量
Hips-Bone-Quat-x	Hips 部分骨骼姿态四元数 x 分量
Hips-Bone-Quat-y	Hips 部分骨骼姿态四元数 y 分量
Hips-Bone-Quat-z	Hips 部分骨骼姿态四元数 z 分量
Hips-Bone-Quat-w	Hips 部分骨骼姿态四元数 w 分量
SpineBottom -Sensor-Lost	SpineBottom 部分传感器丢包标记
SpineBottom -Sensor-Quat-x	SpineBottom 部分传感器姿态四元数 x 分量
SpineBottom -Sensor-Quat-y	SpineBottom 部分传感器姿态四元数 y 分量
SpineBottom -Sensor-Quat-z	SpineBottom 部分传感器姿态四元数 z 分量
SpineBottom -Sensor-Quat-w	SpineBottom 部分传感器姿态四元数 w 分量
.....	.....
LeftHandPinky1-Bone-Quat-x	LeftHandPinky1 部分骨骼姿态四元数 x 分量
LeftHandPinky1-Bone-Quat-y	LeftHandPinky1 部分骨骼姿态四元数 y 分量
LeftHandPinky1-Bone-Quat-z	LeftHandPinky1 部分骨骼姿态四元数 z 分量
LeftHandPinky1-Bone-Quat-w	LeftHandPinky1 部分骨骼姿态四元数 w 分量

#### 输出文件格式

- 文件扩展名为 csv，数据项主要通过逗号分隔。
- 文件的第 1 行为帧的总数。
- 文件的第 2 行为数据项表头说明。使用上表的表头说明。表头顺序为：第 1 列为 Frame-No，然后先按 59 个身体部分的序号顺序输出，每个身体部分有 21 个数据，按照上面的表头说明顺序输出。所以数据总列数为：每个身体部分有 21 个量 [(Lost 标记)X1+(Sensor Quaternion)X4+(Sensor Gyro)X3+(Sensor Acce)X3+(Joint Velocity)X3+(Joint Position)X3+(Bone Quaternion)X4]，共 59 个身体部分，另外包括帧号，所以每 1 行一共  $59 \times 21 + 1 = 1240$  项数据，即数据为 1240 列。



- 文件从第 3 行开始为数据部分，每 1 帧的数据为 1 行。数据间用逗号分隔，共 1240 列。
- 示例如下。名叫 "Data" 的数据文件，总帧数为 998 帧。
- data.csv
- 998
- Frame-No,Hips-Sensor-Lost,Hips-Sensor-Quat-x,Hips-Sensor-Quat-y, ..., LeftHandPinky3-Bone-Quat-w
- 0, 0, 0.0, 0.0, 0.0, 1.0, -0.0036, -0.4065, 0.6567, -0.0036, -0.4065, 0.6567, ... , 0.0,0.0,0.0,1.0
- 1, 0, 0.0, 0.0, 0.0, 1.0, -0.0038, -0.4069, 0.6567, -0.0033, -0.4087, 0.6560, ... , 0.0,0.0,0.0,1.0
- 2, 1, 0.0, 0.0, 0.0, 1.0, -0.0138, -0.4169, 0.6267, -0.0133, -0.4387, 0.6561, ... , 0.0,0.0,0.0,1.0
- .....
- .....
- 997, 0, 0.0, 0.0, 0.0, 1.0, -0.0036, -0.4065, 0.6567, -0.0036, -0.4065, 0.6567, ... , 0.0,0.0,0.0,1.0

## 2.5.6 运动解剖学数据格式

### Axis Studio 软件中可导出的“关节活动度”数据详解

#### 1. 目的与应用场景

本文定义了一种文档格式，描述了人体骨骼的尺寸，以及用运动解剖学术语描述的一套动作流数据。

该格式的文档内容，通常是通过 bvh 文件转换过来。

#### 2. 数据格式

解剖学简介

在解剖学里，是按照人体各个骨骼活动的方式来进行定义和描述。

##### 人体解剖学姿势

人体标准解剖学姿势为身体直立，双眼平视，手臂下垂，掌心向前，两足并拢，脚尖向前。

上述的姿势是人体解剖学的标准姿势，但在实际的使用中，有一个小区别，即：掌心向内朝向大腿，称之为 A-pose。因此后续的数据，均按照 A-Pose 来做为标准姿势。

##### 常用方位术语

以人体解剖学姿势为基准，定出下列一些解剖学方位术语。

- 上：靠近头之部为上。
- 下：靠近足之部为下。
- 前：靠近腹之面为前。
- 后：靠近背之面为后。

- 浅：靠近体表或器官表面之部为浅。
- 深：远离体表或器官表面之部为深。
- 内侧：靠近身体正中面为内侧。
- 外侧：远离身体正中面为外侧。
- 近端：指四肢的近躯干端。
- 远端：指四肢的远躯干端。
- 桡侧：指前臂的外侧。
- 尺侧：指前臂的内侧。
- 腓侧：指小腿的外侧。
- 胫侧：指小腿的内侧。

### 人体基本面

按照人体解剖学方法，可将人体作三个互相垂直的切面，即基本面。

- 矢状面：沿身体前后径所作的与地面垂直之切面，其中通过正中线的切面称为正中面。
- 额状面：沿身体左右径所作的与地面垂直之切面，亦称冠状面。
- 水平面：横断身体，与地面平行之切面，亦称横切面。

### 人体基本轴

按照人体解剖学方位，可有三个互相垂直的基本轴。各关节和环节的运动大都是围绕这些轴而进行的。

- 额状轴：横贯身体，垂直通过矢状面的轴，又叫冠状轴。
- 矢状轴：前后贯穿身体，垂直通过额状面的轴。
- 垂直轴：纵贯身体，垂直通过水平面的轴。

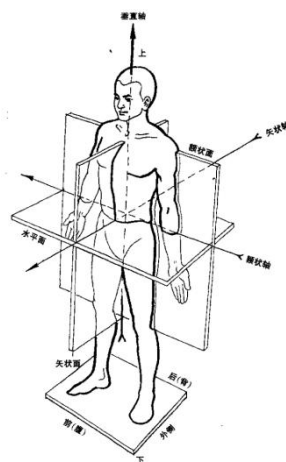


图 0-1 人体的基本面和轴示意图

以上信息引自：《运动解剖学》第 5 页，绪论五，人民体育出版社，2000 年 6 月第 2 版。ISBN 7-5009-1939-5

### 关节运动

下表显示了人体各个关节的运动说明，以下运动说明均以人体解剖学姿势为基准。

关节	运 动	解 释	说 明
头	屈 伸	低 头 为 屈 ( + ) ， 仰 头 为 伸 ( - )	绕 额 状 轴 在 矢 状 面 内 旋 转
头	旋 转	左 旋 为 正 ， 右 旋 为 负	绕 垂 直 轴 在 水 平 面 内 旋 转
头	侧 屈	左 侧 屈 为 正 ， 右 侧 屈 为 负	绕 矢 状 轴 在 额 状 面 内 旋 转
躯干	屈 伸	向 前 弯 腰 为 屈 ( + ) ， 向 后 为 伸 ( - )	绕 额 状 轴 在 矢 状 面 内 旋 转
躯干	旋 转	左 旋 为 正 ， 右 旋 为 负	绕 垂 直 轴 在 水 平 面 内 旋 转
躯干	侧 屈	左 侧 屈 为 正 ， 右 侧 屈 为 负	绕 矢 状 轴 在 额 状 面 内 旋 转
肩关节	屈 伸	大 臂 向 前 抬 起 为 屈 ( + ) ， 向 后 为 伸 ( - )	绕 额 状 轴 在 矢 状 面 内 旋 转
肩关节	内 旋 / 外 旋	右 臂 ： 从 近 端 往 远 端 看 逆 时 针 旋 转 为 内 旋 ( + ) ， 反 之 为 外 旋 ( - ) ； 左 臂 ： 跟 右 臂 相 反	绕 垂 直 轴 在 水 平 面 内 旋 转
肩关节	内 收 / 外 展	右 臂 ， 左 臂 ： 均 往 内 侧 旋 转 为 内 收 ( + ) ， 反 之 为 外 展 ( - )	绕 矢 状 轴 在 额 状 面 内 旋 转
肘关节	屈 伸	向 前 弯 曲 折 肘 为 屈 ( + ) ， 向 后 为 伸 ( - )	绕 额 状 轴 在 矢 状 面 内 旋 转
肘关节	内 收 / 外 展	右 臂 ， 左 臂 ： 均 往 内 侧 旋 转 为 内 收 ( + ) ， 反 之 为 外 展 ( - )	绕 矢 状 轴 在 额 状 面 内 旋 转
前臂	旋 前 / 旋 后	右 臂 ： 从 近 端 往 远 端 看 逆 时 针 旋 转 为 旋 前 ( + ) ， 反 之 为 旋 后 ( - ) ； 左 臂 ： 旋 前 ( + ) ， 旋 后 ( - )	绕 垂 直 轴 在 水 平 面 内 旋 转
腕关节	屈 伸	手 心 向 小 臂 方 向 弯 曲 为 屈 ( + ) ， 手 背 向 后 伸 展 为 伸 ( - )	绕 额 状 轴 在 矢 状 面 内 旋 转
腕	内 旋	右 手 ： 从 近 端 往 远 端 看 逆 时 针 旋 转 为 内	绕 垂 直 轴

关节	运 动	解 释	说 明
关节	/ 外旋	旋（+），反之为外旋（-）；左手：跟右手相反	在水平面内旋转
腕关节	尺偏 / 桡偏	尺偏：手掌往小拇指方向转动（+）；桡偏：手掌往大拇指方向转动（-）	绕矢状轴在额状面内旋转
髌关节	屈伸	大腿向前抬起为屈（+），向后为伸（-）	绕额状轴在矢状面内旋转
髌关节	内旋 / 外旋	右大腿：从近端往远端看逆时针旋转为内旋（+），反之为外旋（-）；左大腿：跟右大腿相反	绕垂直轴在水平面内旋转
髌关节	内收 / 外展	右大腿，左大腿：均往内侧旋转为内收（+），反之为外展（-）	绕矢状轴在额状面内旋转
膝关节	屈伸	小腿向后弯曲为屈（+），反之为伸（-）	绕额状轴在矢状面内旋转
膝关节	内旋 / 外旋	右小腿：从近端往远端看逆时针旋转为内旋（+），反之为外旋（-）；左小腿：跟右小腿相反	绕垂直轴在水平面内旋转
膝关节	内收 / 外展	右小腿，左小腿：均往内侧旋转为内收（+），反之为外展（-）	绕矢状轴在额状面内旋转
踝关节	屈伸	脚背下压绷直为屈（+），反之为伸（-）	绕额状轴在矢状面内旋转
踝关节	内旋 / 外旋	右脚：从近端往远端看逆时针旋转为内旋（+），反之为外旋（-）；左脚：跟右脚相反	绕垂直轴在水平面内旋转
踝关节	内翻 / 外翻	内翻：脚掌外沿着地的方向（+）；反之为外翻（-）	绕矢状轴在额状面内旋转

1. 上述的左和右，均以运动者本体的标准解剖学姿势为基准。
2. 上述的屈伸，旋转，侧屈为标准的运动解剖学术语。参考《运动解剖学》第 47 页
3. 数值的正负来表示运动的方向。
4. 对于肘关节，膝关节，理论上只有屈伸，但也定

义了内外旋和内收/外展的动作

5. 对于前臂的旋前/选后，其实等同于肘关节的旋转。注意：前臂的传感器需要穿戴在离手腕的附近，才能保证前臂旋前/旋后数据采集的正确性。

运动解剖学数据格式

解剖学数据格式示例

```
SIZE
Head,Truncus,Hip,LeftCollar,LeftUpArm,LeftLowArm,LeftHand,RightC
ollar,RightUpArm,RightLowArm,RightHand,LeftUpLeg,LeftLowLeg,Lef
tFoot,RightUpLeg,RightLowLeg,RightFoot
9.83,61.21,13.23,14.07,30.38,25.22,17.78,14.07,30.38,25.22,17.78,4
6.58,44.12,8.79,46.58,44.12,8.79
MOTION
Frames: 2
Frame Time: 0.033333
head-fle-ext,head-rot,head-lat,truncus-fle-ext,truncus-rot,truncus-
lat,lshoulder-fle-ext,lshoulder-med-lat,lshoulder-add-abd,rshoulder-
fle-ext,rshoulder-med-lat,rshoulder-add-abd,lelbow-fle-ext,lelbow-
add-abd,relbow-fle-ext,relbow-add-abd,lforearm-pro-sup,rforearm-
pro-sup,lwrist-fle-ext,lwrist-med-lat,lwrist-uln-rad,rwrist-fle-
ext,rwrist-med-lat,rwrist-uln-rad,lhip-fle-ext,lhip-med-lat,lhip-add-
abd,rhip-fle-ext,rhip-med-lat,rhip-add-abd,lknee-fle-ext,lknee-med-
lat,lknee-add-abd,rknee-fle-ext,rknee-med-lat,rknee-add-abd,lankle-
fle-ext,lankle-med-lat,lankle-inv-eve,rankle-fle-ext,rankle-med-
lat,rankle-inv-eve
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0
10,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0
```

结构说明 解剖学数据格式分为两个部分：

- 1. SIZE：定义了身体各个主要骨骼的尺寸（单位是厘米）
- 2. MOTION：定义了帧数，帧率，以及每一帧中各个关节的转动角度

SIZE 说明

这部分定义了身体主要骨骼的尺寸，骨骼与关节之间的对应关系如下表：

骨 骼	关 节
左 肩 （ LeftCollar ） 与 左 上 臂 （ LeftUpArm ） 的 连 接	左 肩 关 节 （ LeftShoulder ）

骨骼	关节
左上臂（LeftUpArm）与左下臂（LeftLowArm）的连接	左肘关节（LeftElbow）
左下臂（LeftLowArm）与左手（LeftHandle）的连接	左腕关节（LeftWrist）
右肩（RightCollar）与右上臂（RightUpArm）的连接	右肩关节（RightShoulder）
右上臂（RightUpArm）与右下臂（RightLowArm）的连接	右肘关节（RightElbow）
右下臂（RightLowArm）与右手（RightHandle）的连接	右腕关节（RightWrist）
Hip（骨盆）与左大腿（LeftUpLeg）的连接	左髋关节（LeftHip）
左大腿（LeftUpLeg）与左小腿（LeftLowLeg）的连接	左膝关节（LeftKnee）
左小腿（LeftLowLeg）与左脚（LeftFoot）的连接	左踝关节（LeftAnkle）
Hip（骨盆）与右大腿（RightUpLeg）的连接	右髋关节（RightHip）
右大腿（RightUpLeg）与右小腿（RightLowLeg）的连接	右膝关节（RightKnee）
右小腿（RightLowLeg）与右脚（RightFoot）的连接	右踝关节（RightAnkle）

#### MOTION 说明

这部分定义了帧数，帧率，以及每一帧中各个关节的转动角度

#### 字段缩写说明

字段	全称	说明
head-fle-ext	head-flexion-extension	头-屈伸
head-rot	head-rotation	头-旋转
head-lat	head-latexion	头-侧屈
truncus-fle-ext	truncus-flexion-extension	躯干-屈伸
truncus-rot	truncus-rotation	躯干-旋转
truncus-lat	truncus-latexion	躯干-侧屈
lshoulder-fle-ext	left-shoulder-flexion-extension	左肩关节-屈伸
lshoulder-med-lat	left-shoulder-medial-lateral	左肩关节-内旋/外旋
lshoulder-add-abd	left-shoulder-adduction-abduction	左肩关节-内收/外展
rshoulder-fle-ext	right-shoulder-flexion-extension	右肩关节-屈伸

字段	全称	说明
rshoulder-med-lat	right-shoulder-medial-lateral	右肩关节-内旋/外旋
rshoulder-add-abd	right-shoulder-adduction-abduction	右肩关节-内收/外展
lelbow-fle-ext	left-elbow-flexion-extension	左肘关节-屈伸
lelbow-add-abd	left-elbow-adduction-abduction	左肘关节-内收/外展
relbow-fle-ext	right-elbow-flexion-extension	右肘关节-屈伸
relbow-add-abd	right-elbow-adduction-abduction	右肘关节-内收/外展
lforearm-pro-sup	left-forearm-pronation-supination	左前臂-旋前/旋后
rforearm-pro-sup	right-forearm-pronation-supination	右前臂-旋前/旋后
lwrist-fle-ext	left-wrist-flexion-extension	左腕关节-屈伸
lwrist-med-lat	left-wrist-medial-lateral	左腕关节-内旋/外旋
lwrist-uln-rad	left-wrist-ulnar-radial	左腕关节-尺偏/桡偏
rwrist-fle-ext	right-wrist-flexion-extension	右腕关节-屈伸
rwrist-med-lat	right-wrist-medial-lateral	右腕关节-内旋/外旋
rwrist-uln-rad	right-wrist-ulnar-radial	右腕关节-尺偏/桡偏
lhip-fle-ext	left-hip-flexion-extension	左髋关节-屈伸
lhip-med-lat	left-hip-medial-lateral	左髋关节-内旋/外旋
lhip-add-abd	left-hip-adduction-abduction	左髋关节-内收/外展
rhip-fle-ext	right-hip-flexion-extension	右髋关节-屈伸
rhip-med-lat	right-hip-medial-lateral	右髋关节-内旋/外旋
rhip-add-abd	right-hip-adduction-abduction	右髋关节-内收/外展
lknee-fle-ext	left-knee-flexion-extension	左膝关节-屈伸
lknee-med-lat	left-knee-medial-lateral	左膝关节-内旋/外旋
lknee-add-abd	left-knee-adduction-abduction	左膝关节-内收/外展
rknee-fle-ext	right-knee-flexion-extension	右膝关节-屈伸
rknee-med-lat	right-knee-medial-lateral	右膝关节-内旋/外旋
rknee-add-abd	right-knee-adduction-abduction	右膝关节-内收/外展
lankle-fle-ext	left-ankle-flexion-extension	左踝关节-屈伸
lankle-med-lat	left-ankle-medial-lateral	左踝关节-内旋/外旋
lankle-inv-eve	left-ankle-inversion-eversion	左踝关节-内翻外翻
rangle-fle-ext	right-ankle-flexion-extension	右踝关节-屈伸

字段	全称	说明
rankle-med-lat	right-ankle-medial-lateral	右踝关节-内旋/外旋
rankle-inv-eve	right-ankle-inversion-eversion	右踝关节-内翻外翻

1. 数值的单位为度，取值范围（-360，360），数值的正负代表转动的方向，具体如下：
  - 屈为正，伸为负
  - 左旋（内旋）为正，右旋（外旋）为负
  - 左侧屈为正，右侧屈为负
  - 内收为正，外展为负
  - 旋前为正，旋后为负
  - 尺偏为正，桡偏为负
  - 内翻为正，外翻为负
2. 示例中的所有字段全部是 0，代表被测人员的解剖学标准位，详见章节“人体解剖学姿势”
3. 字段的顺序和数量都不做强制要求，确保按照逗号（半角符号）分割，且数值和字段的顺序保持一致即可。
4. 输入数据是标准的 BVH 格式数据，输出数据为上面表格中定义的解剖学数据



## 附录

### 中英文对照-专业用语

中 文	英 文
头	head
躯 干	truncus
肩 关 节	shoulder
肘 关 节	elbow
前 臂	forearm
腕 关 节	wrist
髋 关 节	hip
膝 关 节	knee
踝 关 节	ankle
屈	flexion
伸	extension
旋 转	rotation
侧 屈	latexion
旋 内	medial rotation
旋 外	lateral rotation
内 收	adduction
外 展	abduction
旋 前	pronation
旋 后	supination
尺 偏	ulnar deviation
桡 偏	radial deviation
内 翻	inversion
外 翻	eversion

参考《运动解剖学》第 345 页

## 2.6 工程管理

Axis Studio 软件内的动捕数据都是通过工程文件的逻辑来进行管理。用户可以自由的拷贝和替换工程文件，导入和导出动捕数据。

### 2.6.1 工程文件结构

每个工程文件夹主要分两种文件类型：动作文件与骨骼尺寸文件，名称为：MotionData 和 BodySize

Name	Date modified	Type	Size
BodySize	2022/2/25 4:43 PM	File folder	
MotionData	2022/2/25 4:43 PM	File folder	

动作文件：

动作文件为.mbx 文件，此文件格式为诺亦腾自研定义的文件格式

2.0-Cartwheel.mbx	2021/6/18 3:34 AM	MBX File	23,387 KB
2.0-Climb Stairs.mbx	2021/6/18 3:34 AM	MBX File	33,401 KB
2.0-Climb Stairs_copy.mbx	2022/3/3 4:30 PM	MBX File	33,401 KB
2.0-Fencing.mbx	2021/6/18 3:34 AM	MBX File	20,485 KB
2.0-Push Up.mbx	2021/6/18 3:34 AM	MBX File	7,635 KB
2.0-Regular Finger movement.mbx	2022/2/25 4:43 PM	MBX File	54,939 KB
2.0-Run and Jump.mbx	2021/6/18 3:34 AM	MBX File	52,362 KB
HipContact_1.mbx	2021/6/18 3:34 AM	MBX File	23,305 KB
HipContact_2.mbx	2021/6/18 3:34 AM	MBX File	33,122 KB

动作文件可以主动在 Windows 浏览器中分文件夹管理，相应的在 Axis Studio 软件中，也会分文件夹进行显示

Name	Date modified	Type	Size
PN Studio	2022/3/3 4:30 PM	File folder	
PN3	2022/2/25 4:43 PM	File folder	



骨骼尺寸文件：

骨骼尺寸文件为标准的.xml 格式，用户可以用 excel,notepad 等软件直接进行编辑

Name	Date modified	Type	Size
female150.xml	2021/5/10 2:12 PM	XML File	1 KB
female155.xml	2021/5/10 2:12 PM	XML File	1 KB
female160.xml	2021/5/10 2:12 PM	XML File	1 KB
female165.xml	2021/5/10 2:12 PM	XML File	1 KB
female170.xml	2021/5/10 2:12 PM	XML File	1 KB
female175.xml	2021/5/10 2:12 PM	XML File	1 KB
female180.xml	2021/5/10 2:12 PM	XML File	1 KB
female185.xml	2021/5/10 2:12 PM	XML File	1 KB
male160.xml	2021/5/10 2:12 PM	XML File	1 KB
male165.xml	2021/5/10 2:12 PM	XML File	1 KB
male170.xml	2021/5/10 2:12 PM	XML File	1 KB
male175.xml	2021/5/10 2:12 PM	XML File	1 KB
male180.xml	2021/5/10 2:12 PM	XML File	1 KB
male185.xml	2021/5/10 2:12 PM	XML File	1 KB
male190.xml	2021/5/10 2:12 PM	XML File	1 KB
male195.xml	2021/5/10 2:12 PM	XML File	1 KB
PNS Robot.xml	2021/5/10 2:12 PM	XML File	1 KB

骨骼文件同样可以主动在 Windows 浏览器中分文件夹管理，与动作文件逻辑相同

## 2.6.2 Axis Studio 软件中管理工程文件

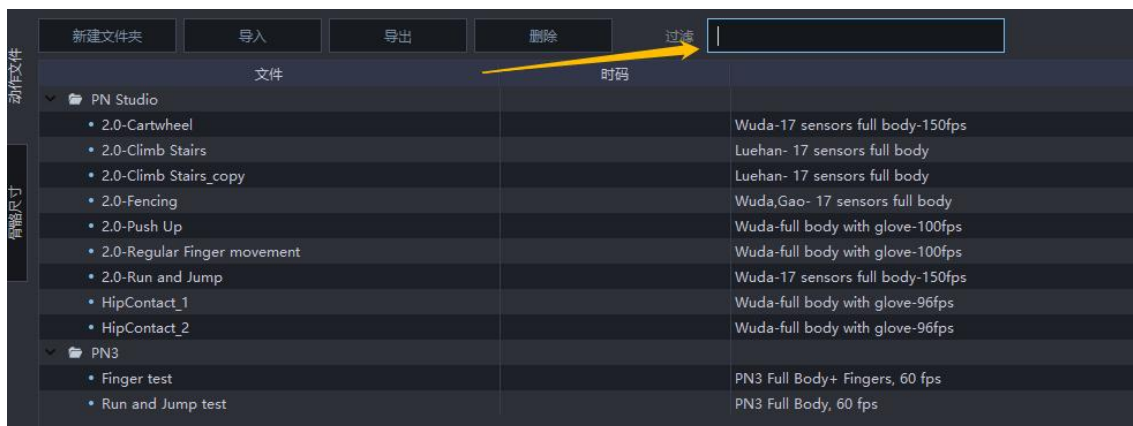
### 文件的导入，导出和删除

动作文件和骨骼尺寸文件均可以直接在 Axis Studio 软件中直接进行导入、导出和删除，使用方式遵循 Windows 文件系统的默认模式



### 文件的检索

工程文件有时候会面临数量太多难以有效找寻的问题，Axis Studio 软件中加入了关键字检索功能，直接打标题的关键字即可检索出相关文件



## 文件溯源

想要将整个工程文件都拷贝到其他地方的时候，最简单的方式是直接拷贝文件夹。找到文件夹的最便捷方式是右键点击某个文件，直接选择“在文件浏览器中打开”即可



## 修改文件名

鼠标右键点击某文件，选择“重命名”

## 快捷导出

鼠标右键点击某文件，选择“导出”。“导出”功能的具体含义请参考[数据导出与广播](#)