

# PASSION IN MOTION™

ALIO在最新型的5轴/6轴所构建运动系统方面拥有17年的创造性经验和无与伦比的性能领先地位，并以超精密专业知识和提出了颠覆行业规则的 Point Precision®（点精度）概念。

ALIO's 6-D Nano Precision® 位移平台相较于传统的六足位移台已经远远领先，在精度、路径性能、速度、刚度和更大的工作范围内有数量级的改进，几乎无限的XY行程和完全可编程的工具中心点位置。



## 独家专利 HYBRID HEXAPOD®



# ALIO 6-D

高精度 — 高性能 — 高品质



# ALIO 6-D

aunion  
昊量光电



**ALIO's Hybrid Hexapod®** 为 6D Motion 提供了一种革命性的方法，与传统的六足设计相比，精度高出一个数量级，行程更长，速度更快，刚度更大。



ALIO 的方法结合了精确的 XY 平台、三脚架和连续旋转的 theta 轴（而不是 6 个独立的腿），提供卓越的整体性能。这是一种颠覆行业的创新型方法，使得 6 自由度位移台具有更高的性能，具有更好竞争力的价格。功能和好处包括：

- 亚微米级别的重复定位精度
- 在移动很远距离的过程中工具中心点“TCP”的稳定性远远优于同类产品
- 新型的矩形棱镜运动轨迹范围（工作体积）>10 倍的传统六足伞状运动轨迹的范围

### Hybrid Hexapod® 优势比较:

#### 传统六足位移台的不足:

- 任何方向的移动都需要调动 6 个位移腿
- 除了 Z 之外的任何移动都会使所有的腿处于张力/压缩的组合中
- 所有的腿运动过程中都有直接/间接的反弹
- 运动学方程更复杂
- 不可预测的行程限制，有限的运动轨迹范围
- 没有直线导轨导致链接存在无效运动
- 电机没有配备编码器或旋转编码器
- 运动轨迹不平滑存在误差
- 速度的局限
- 削减了运动路径的精度
- 平均故障时间 MTTF ~10,000 – 30,000 Hours

#### Hybrid Hexapod® 的优势:

- + 只需要 1 个轴就可以以更高的精度产生相同的移动
- + 三脚架支腿始终处于压缩状态，负载居中
- + 预加载球面轴承设计，无间隙，精度更高
- + 运动学更简单 = 更快的处理和更好的精度
- + XY 载物台决定 XY 行程，三脚架决定 Z 和 pitch/roll 工作体积为立方体形状，可比传统尺寸大 4-12 倍
- + 每个链接都有线性导轨，以提高精度和可重复性
- + 三脚架的每个链接都包含线性编码器
- + 移动和感应外力使操作员知道有效载荷在哪里，而不仅仅是依靠计算
- + 更高速度能力的直线电机
- + 由于位置的直接反馈，非常精确的运动路径
- + 平均故障时间 MTTF ~200,000 – 300,000 Hours

以类似的价格，您为什么不选择性能、精度和可靠性都远远优于竞争对手的产品呢？

上海昊量光电设备有限公司  
AUNION TECH CO., LTD

Tel: 4006-888-532  
We chat: AunionTech

Website: www.auniontech.com  
E-mail: info@auniontech.com

标准参数	Value	
旋转行程(Yaw)  Ang. Velocity:	Unlimited  <b>180 deg./s</b>	
垂直行程(Max. / Min.)  Max. Linear, Ang. Velocity: 线性分辨率: 双向重复性: 位移精度:	200mm/6mm  <b>0.5m/s, 180 deg./s</b> <b>&lt; 5nm</b> <b>&lt; +/- 80nm</b> <b>&lt; 1.0um</b>	
XY Travel (Max. / Min.)  Max. Linear, Ang. Velocity: Linear Resolution: Bi-Directional Repeatability: Displacement Accuracy:	unlimited/60mm  <b>0.5m/s, 180 deg./s</b> <b>&lt; 5nm</b> <b>&lt; +/- 80nm</b> <b>&lt; 1.0um</b>	

没有什么能与这种精度相提并论。

通过三个简单的问题开始定制您的 Hybrid Hexapod®:

1. 您想要的工作范围 XYZ 是多少?
2. 您想要的角行程 Pitch/Roll 是多少?
3. 考虑到最极限的情况 Hybrid Hexapod® 工具中心点“TCP”到最远的指定距离是多少?



Linear Travel:

X-Axis Travel: \_\_\_\_ mm

Y-Axis Travel: \_\_\_\_ mm

Z-Axis Travel: \_\_\_\_ mm

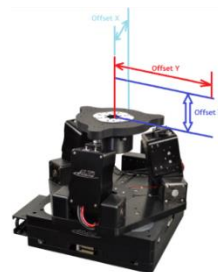


Rotary Travel:

X-Axis Roll: \_\_\_\_ °

Y-Axis Pitch: \_\_\_\_ °

Z-Axis Yaw: Infinite °



TCP Offset:

X-Axis Offset: \_\_\_\_ mm

Y-Axis Offset: \_\_\_\_ mm

Z-Axis Offset: \_\_\_\_ mm

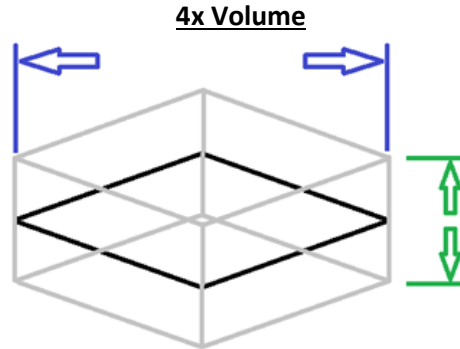
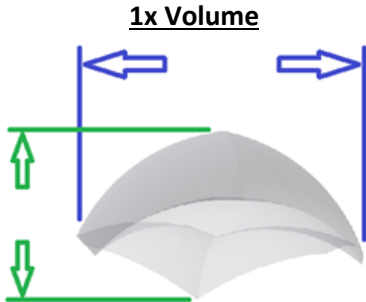
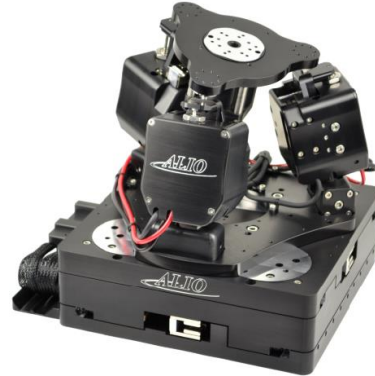


Image complements of ABB robotics.



Refer to this video regarding working volume of a Stewart Platform:

[https://www.youtube.com/watch?v=gMG\\_1905sPs](https://www.youtube.com/watch?v=gMG_1905sPs)

### Easily Configurable Work Volume

60x60mm XY; 15mm Z

200x200mm XY; 15mm Z



## Hexapod to ALIO Hybrid Hexapod® 工作体积比较:

根据六足腿的长度及其间距，传统六足的工作容积呈蘑菇状。 Hybrid Hexapod® 具有立方工作体积，其中存在的唯一限制是依赖于倾斜/倾斜角的 z 行程。传统六足动物已经存在这种限制。 Hybrid Hexapod® 的工作体积在XY平面不受三脚架支腿的限制。

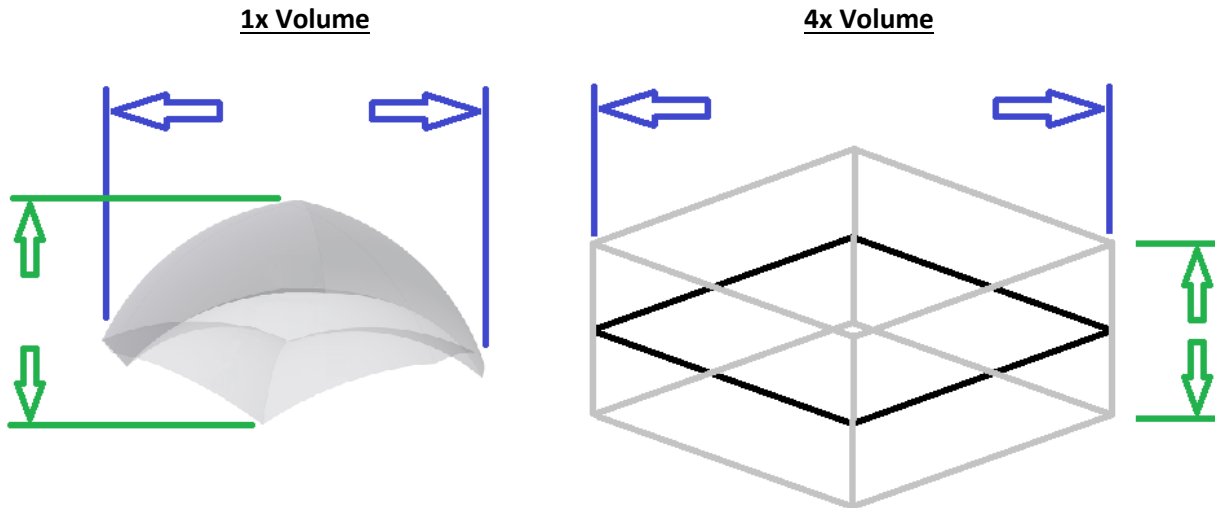
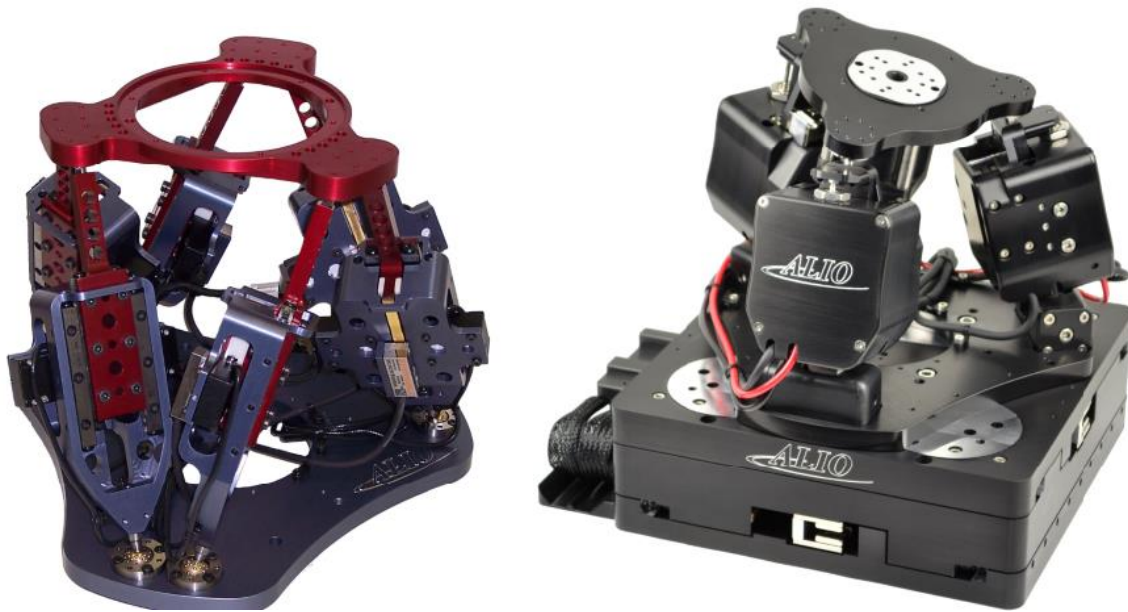


Image complements of ABB robotics.



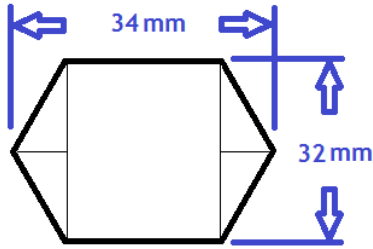
传统的六足机位移台在 XY 行程的边缘处的 z 轴行程和角度行程受到限制。 Hybrid Hexapod® 不受工作空间内任何位置的 z 行程限制。

Hybrid Hexapod 的 Z 轴行程能够移动到由 XY&Z 总行程定义的工作容积的所有八个角； 它不像传统的六足机器人那样在 XY 行程的边缘受到限制。

研究此工作体积对比大小的 6D 平台的影响.....

**Traditional Hexapod:**

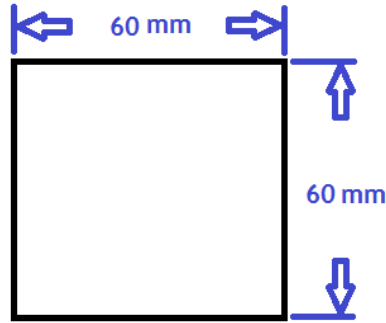
PI H811: X=34mm, Y=32mm, Z=13mm



Area @ mid-stroke= 1088mm<sup>2</sup>

**ALIO's Patent Pending Hybrid Hexapod®:**

AI-HH-60XY-15Z-56R: X=60mm, Y=60mm, Z=15mm



Area @ mid-stroke = 3600mm<sup>2</sup>

Area at mid stroke Comparison is almost **0.3:1**, But as we move outward the comparison changes greatly...

Hexapod's Mushroom Volume calculation:

~ 2/3x Volume of a Sphere =  $\frac{2}{3} * \frac{4}{3} * \pi * r^3$

Volume of Mushroom =  $\frac{2}{3} * \frac{4}{3} * \pi * (1.7\text{cm})^3$

13.7 cc

Cube's Volume calculation:

Volume of a Cube = L \* W \* H

Volume of a Cube = 6cm \* 6cm \* 1.5cm = 54cc

54cc

结论:

与相同尺寸的 Hybrid Hexapod® 相比，传统的六足位移台和 Hybrid Hexapod® 的总工作体积比为 1:4

# Hexapod Motion, Resolution, and Hybrid Hexapods®

“Resolution” 分辨率这个术语代表什么意思？

为什么使用单向可重复性而不是双向可重复性？

为什么hexapod会有反弹现象和什么有关联？

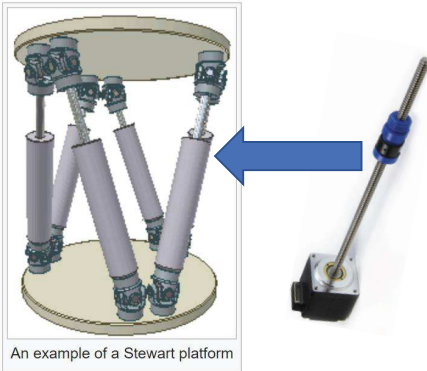
## Where do errors come from in a 6D motion system? 在6D运动系统中，误差从何而来？

- 什么是Lead-Error(导程误差)，它是如何起作用的，我怎样才能将它最小化？
- 万向节 - 始终存在间隙，始终存在公差
- 为每个组件设计驱动和导向元件
- 每个部件的不真实路径行程——非刚性部件、加工公差、运动学舍入误差
- 多个运动轴的组合——如果可能，您希望简化

## Where do errors come from in a 6D motion system?

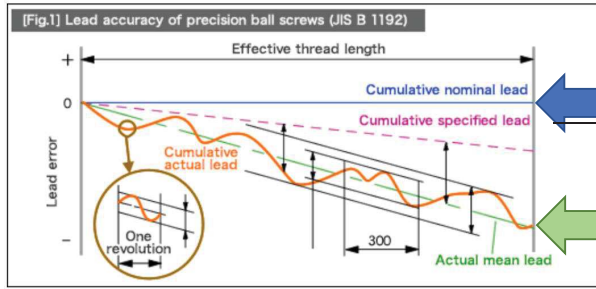
- 为每个组件设计驱动和导向元件

### Screw / Spindle Drives



Images Courtesy of Google Images

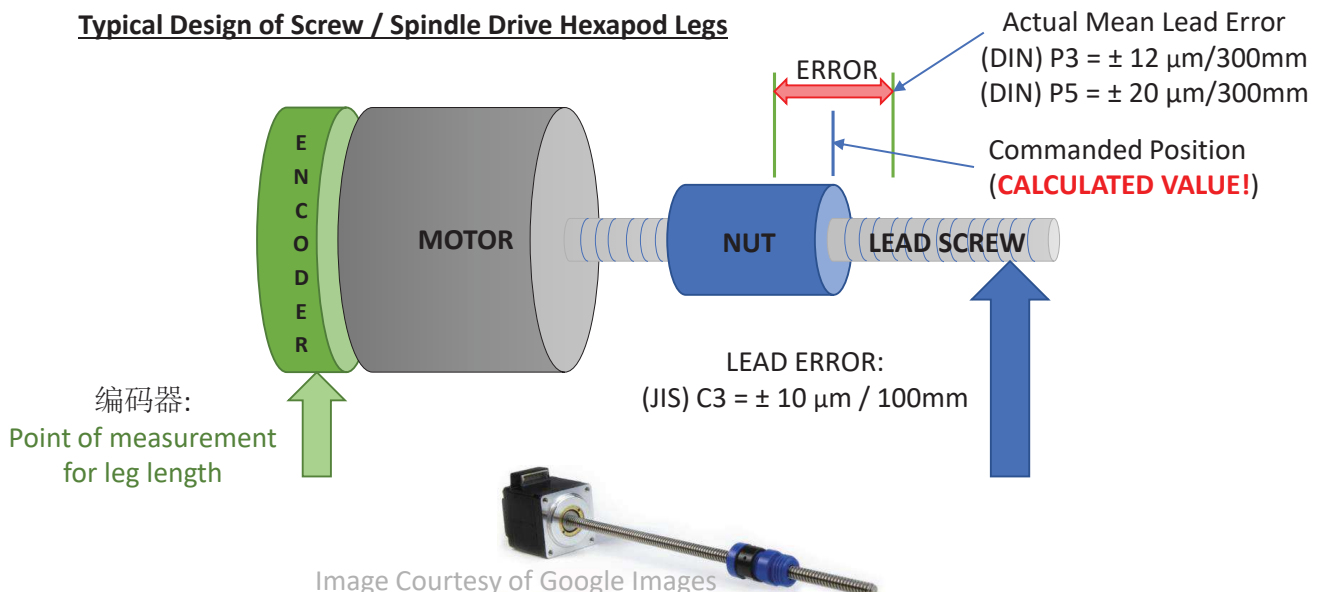
### Screw / Spindle Drive Lead Error Cannot Be Neglected (It must be accounted for and corrected)



导程误差：  
指令位置和实际位置的差异

## Where do errors come from in a 6D motion system?

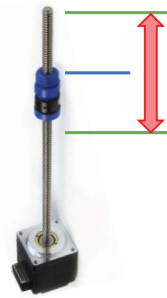
### Typical Design of Screw / Spindle Drive Hexapod Legs





## Where do errors come from in a 6D motion system?

- 为每个组件设计驱动和导向元件



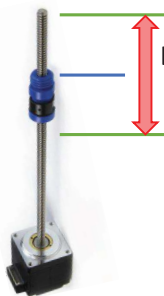
LEAD ERROR  
X 6 LEGS

这种不可避免的耐受性使所有腿都处于紧张或压缩的组合中

Images Courtesy of Google Images

## What does the term “Resolution” mean?

分辨率是可能的最小移动的术语，这在您尝试纠正错位的移动时很重要。



LEAD ERROR  
X 6 LEGS

当六脚架的所有 6 条腿都因导程误差的存在累加误差，又因为传统位移台万向节的间隙、脚架所承受的张力/压缩等误差累加，使得六脚架的顶板总是会错位。

Image Courtesy of  
Google Images

我可以采取多小的举措来纠正此错误 = 分辨率

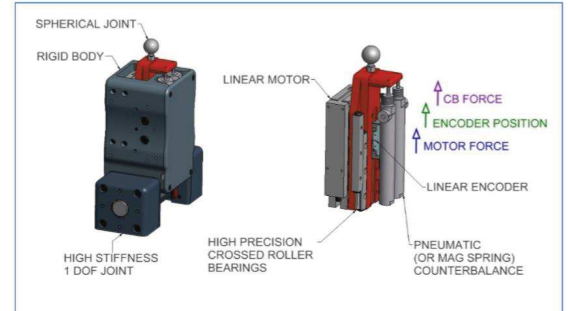
## What does the term “Resolution” mean?

ALIO 的方法是正确设计

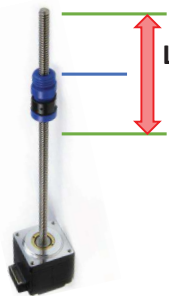
1. 消除脚架顶部和底部的间隙（没有万向节）
2. 用精密交叉滚柱导轨刚性引导脚架
3. 直接在脚架本身测量脚架移动的位置

### ALIO's Approach

#### ALIO Direct Drive, Direct Read Leg



### 竞争对手的做法



LEAD ERROR  
X 6 LEGS

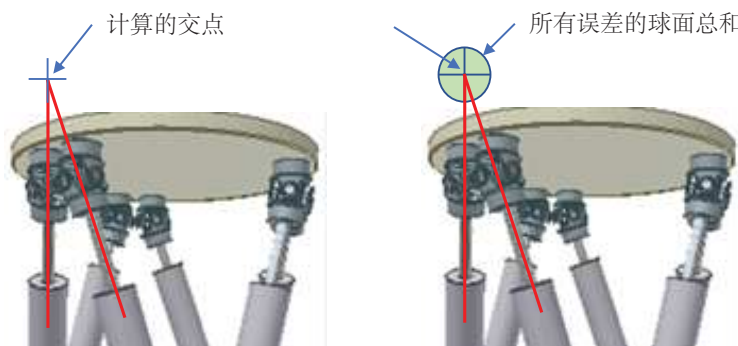
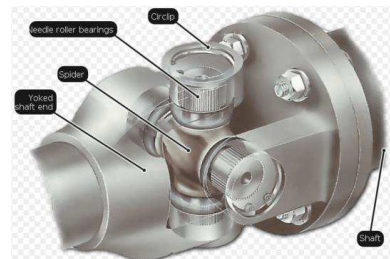
\*计算位置\*  
Screw Drive  $\pm 10$   
 $\mu\text{m}/100\text{mm}$  Rotary Encoder  
(doesn't see Lead Error)

Image Courtesy of  
Google Images

## Why Hexapod Motion is Inaccurate when compared to a Hybrid Hexapod®

### 万向节:

有间隙所以反向负载有反弹

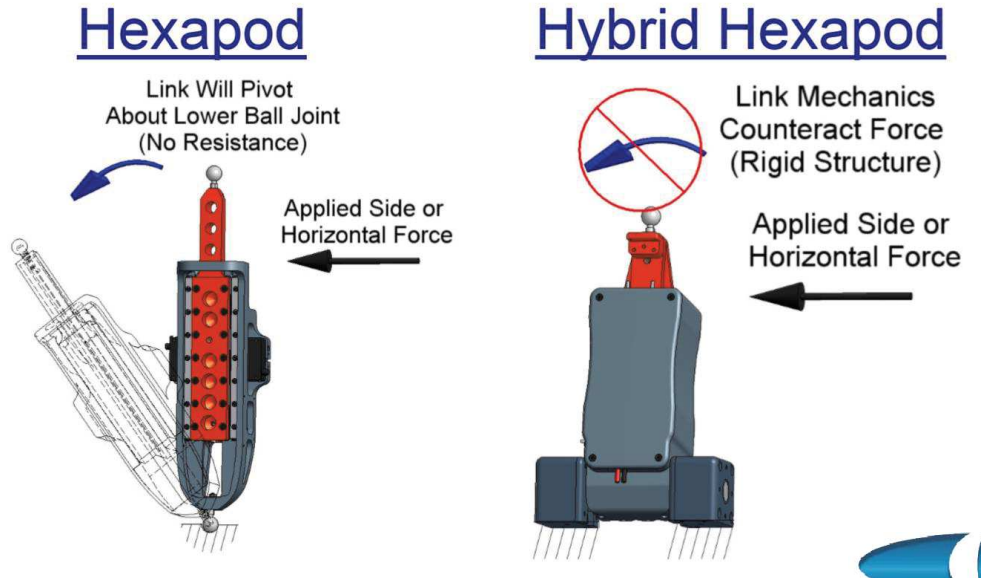


ALIO Hybrid Hexapods® 解决方案具有预加载球面轴承，没有万向节具有的间隙和误差。



# Why Hexapod Motion is Inaccurate when compared to a Hybrid Hexapod®

Stiffness:



# Why Hexapod Motion is Inaccurate when compared to a Hybrid Hexapod®

精度: 当您命令单个自由度移动时, 有多少个硬件轴在移动?



Moving Axis	Legacy Hexapod	ALIO Hybrid Hexapod®
X Axis Linear Move	6	1
Y Axis Linear Move	6	1
Z Axis Linear Move	6	3
Theta Y Rotation	6	3
Theta X Rotation	6	3
Theta Z Rotation	6	1

Which system has more error sources?

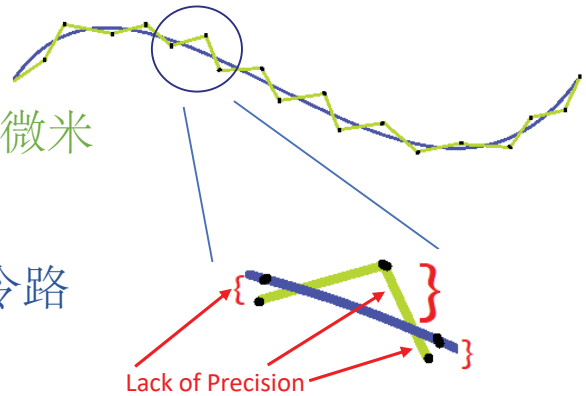
## Why Hexapod Motion is Unsmooth when compared to a Hybrid Hexapod®

由于控制器的限制，传统的六足位移台运动是将一系列最接近指令路径的点拟合在一起的结果。  
(PI 购买了 ACS 来解决这个问题)

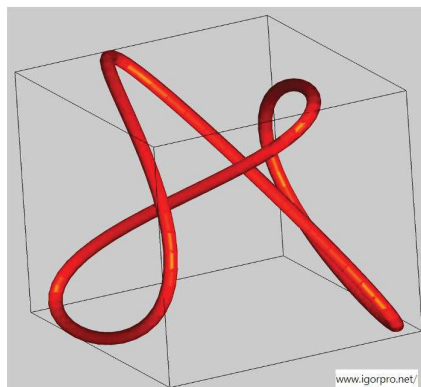
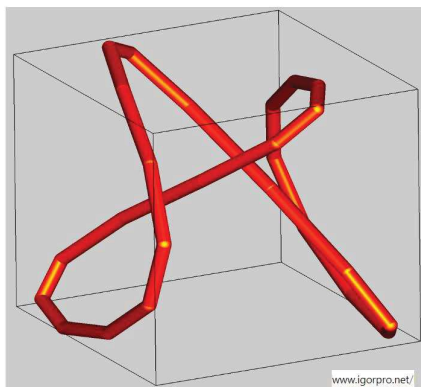
指令路径 = 理想运动

传统的位移台距离指令位置大约10微米  
(py); 距离命令路径 10 微米

而Hybrid Hexapod® Motion 距离命令路径可能有 10 纳米距离



## Why Hexapod Motion is Unsmooth when compared to a Hybrid Hexapod®



# ALIO 6-D



Head to Head  
Comparison of  
ALIO's Mini Hybrid Hexapod®  
to Closest Competition



Specification	ALIO's Mini Hybrid Hexapod®	PI's M811	Newport's HXP50-MECA	Advantage
		Information Directly from the PI Website	Information Directly from the Newport Website	
Axes of Motion	6	6	6	
Size, XY Footprint	150 mm x 164 mm	Ø 100 mm	Ø 200 mm	
Size, Height	186 mm	116 mm	151 mm	
X Travel	+/- 30 mm	+/- 17 mm	+/- 17 mm	ALIO
Y Travel	+/- 30 mm	+/- 16 mm	+/- 17 mm	ALIO
Z Travel	+/- 8 mm	+/- 6.5 mm	+/- 7 mm	ALIO
Theta X	+/- 10 deg	+/- 10 deg	+/- 9 deg	ALIO
Theta Y	+/- 10 deg	+/- 10 deg	+/- 8.5 deg	ALIO
Theta Z	360 deg Continuous	+/- 21 deg	+/- 18 deg	ALIO
Actuator Resolution	< 5 nm	40 nm	Not Defined on Website	ALIO
Minimum X Motion	20 nm	500 nm	100 nm	ALIO
Minimum Y Motion	20 nm	500 nm	100 nm	ALIO
Minimum Z Motion	20 nm	200 nm	50 nm	ALIO
Minimum Theta X	0.4 µrad	3.5 µrad	0.87 µrad	ALIO
Minimum Theta Y	0.4 µrad	3.5 µrad	0.87 µrad	ALIO
Minimum Theta Z	0.4 µrad	3.5 µrad	1.75 µrad	ALIO
Backlash, XY	0.0 µm	1 µm	Datasheet Defines as "Low"	ALIO
Backlash, Z	0.0 µm	0.2 µm	Datasheet Defines as "Low"	ALIO
Backlash, Theta X & Theta Y	0.0 µrad	10 µrad	Datasheet Defines as "Low"	ALIO
Backlash, Theta Z	0.0 µrad	15 µrad	Datasheet Defines as "Low"	ALIO
Repeatability X	+/- 0.1 µm	+/- 0.3 µm	+/- 0.2 µm	ALIO
Repeatability Y	+/- 0.1 µm	+/- 0.3 µm	+/- 0.2 µm	ALIO
Repeatability Z	+/- 0.1 µm	+/- 0.1 µm	+/- 0.1 µm	ALIO
Repeatability Theta X	+/- 1.4 µrad	+/- 4 µrad	+/- 1.8 µrad	ALIO
Repeatability Theta Y	+/- 1.4 µrad	+/- 4 µrad	+/- 1.8 µrad	ALIO
Repeatability Theta Z	+/- 2.5 µrad	+/- 8 µrad	+/- 3.5 µrad	ALIO
Maximum Velocity X	50 mm/s	10 mm/s	14 mm/s	ALIO
Maximum Velocity Y	50 mm/s	10 mm/s	12 mm/s	ALIO
Maximum Velocity Z	15 mm/s	10 mm/s	5 mm/s	ALIO
Maximum Velocity Theta X	20 deg/s	14 degrees/s	6 degrees/s	ALIO
Maximum Velocity Theta Y	20 deg/s	14 degrees/s	6 degrees/s	ALIO
Maximum Velocity Theta Z	360 deg/s	14 degrees/s	15 degrees/s	ALIO
Flatness/Straightness of XY Travel	+/- 3 µm	Not Defined	Not Defined	ALIO
Load Capacity	5 kg	5 kg	5 kg centered	
Feedback	Linear Optical Encoder	Not Clearly Defined on Website	Rotary Encoder	
Forward/Inverse Kinematics	Yes	Not Clearly Defined on Website	Not Clearly Defined on Website	
Tool Point Center Definition	User Definable	Yes	Not Clearly Defined on Website	
Velocity Control	Yes	Not Clearly Defined on Website	Not Clearly Defined on Website	
Mathematical Path Control	Yes	Not Clearly Defined on Website	Not Clearly Defined on Website	

\* Comparison information obtained from PI's & Newport's websites.

Comparison Release Date:

5-Mar-15