

中科院物理所光物理实验室关于采购压电陶瓷纳米平移台与步进电机平移台的需求论证与市场调研

1. 需求论证

中国科学院物理研究所光物理实验室 L07 组目前正承担怀柔综合极端条件实验装置的建设任务，其中包括阿秒超快激光子系统的建设。在阿秒时间分辨泵浦探测实验中，在阿秒时间尺度内精确调节两束光的延时有着重要的意义，需要使用精度在 0.1 nm 以上的压电陶瓷平移台。而在阿秒激光的产生，测量及其应用中必须在真空环境中进行，真空电动平移台也将会对粗调两路光的延时发挥关键性的作用。该装置可以实现阿秒脉冲与探测飞秒脉冲的延时的精调与粗调，实现阿秒激光光路的可控性，从而在阿秒脉冲产生，测量以及应用的研究中具有重大意义。

阿秒脉冲与飞秒脉冲的延时调节，需要粗调和精调两个功能，粗调功能要求平移台行程在 50mm 以上，精度在微米量级。精调延时功能需要的是压电陶瓷柔性铰链平移台，该类平移台的移动范围通常在数十微米量级，考虑的光在平台的镜面的往返，如果要时间上的移动精度达到阿秒量级，则达到移动精度 $<1\text{nm}$ 才能达到需求。另外因为时间分辨 ARPES 系统的总体脉宽在百飞秒量级，因此不需要精调延时平移台。因此总体的需求如下：压电陶瓷柔性铰链平移台，行程 $>10\ \mu\text{m}$ ，移动精度 $<1\text{nm}$ ，使用真空度 10^{-7}mbar ，总数 3 个。步进电机平台行程 $>50\text{mm}$ ，移动精度 $<5\ \mu\text{m}$ ，负载 2kg 以上，使用真空度 10^{-7}mbar ，总数 4 个。

2. 市场调研

(1) 相关产业发展现状

压电陶瓷具有高可靠性、高分辨率、高刚度、大出力等特点，是精密运动与定位的理想驱动元件。柔性铰链机械结构具有运动平稳、无摩擦、无空回、高精度等特点，适合与压电陶瓷组成分辨率高，频响高的精度运动与定位系统。将两者结合适合于微米量级行程，纳米级以上精度的干涉实验的需求。粗调延时可采用步进电机，是一种将电脉冲信号转换成相应角位移或线位移的电动机。每输入一个脉冲信号，转子就转动一个角度或前进一步，其输出的角位移或线位移与输入的脉冲数成正比，转速与脉冲频率成正比。步进电机技术目前已比较成熟，主要应用在工业、航天、机器人、精密测量等领域，如跟踪卫星用光电经纬仪、军用仪器、通讯和雷达等设备。其特点是在静止时非常稳定，非常适合于我们的要求精密的光学系统中进行大行程粗调的需求。或是同样采用压电陶瓷的毫米级别行程的平移台。

目前国内外生产科研级的精密压电陶瓷柔性铰链平移台的厂家包括德国 PI，法国 Piezoconcept，日本 Thkprecision，中国三英精控等。其中国产产品目前没有同时达到 1 nm 精度和真空度要求的商业产品，只能特别定制。为保证用户装置的稳定性和可维护性，我们申请从国外进口此套设备。由于柔性铰链平移台厂家与毫米行程的步进电机或压电陶瓷的厂家并不完全重合，因此也考虑多个厂家的解决方案。

(2) 供应商

我们遴选出符合我们需求几家主要的供应商，并对其技术指标进行对比下表：

制造商	德国 PI	日本 Thkprecision+德国 Smaract	法国 Piezoconcept +德国 Huber
配置型号	P-752 压电纳米位移台 3 台 VT-80 150mm 步进电机位移台 1 台 VT-80 50mm 步进电机位移台 3 台	ThkprecisionPS3L68-100U-UHV XYZ 3 台一套 SLLV42-450-D-S-UHV 4 台	Piezoconcept HS1.30 精密压电位移台 3 台 Huber 5101.10 电动位移台 4 台
报价	约 59.70 万人民币	约 65.30 万人民币	约 67.14 万人民币
主要参数	压电纳米位移台行程 15 μm , 精度 0.03nm, 支持真空度 10^{-9} mbar 步进电机位移台, 行程 150mm/50mm 移动精度 5 μm , 支持真空度 10^{-7} mbar	压电纳米位移台 PS3L68-100U 行程 100 μm , 精度 1nm, 支持真空度 10^{-9} mbar SLLV42-450-D-S-UHV 行程 450mm, 分辨率 4nm, 支持真空度 10^{-11}	压电位移台, 行程 30 μm , 精度 0.03 nm, 支持真空度 10^{-9} mbar 电动位移台 行程 60mm 移动精度 0.1 μm 支持真空度 10^{-6} mbar
维护成本	使用维护较为简单, 国内有分公司, 可降低维护成本。	使用维护较为简单, 国内有代理, 可降低维护成本。	使用维护较为简单, 国内有代理, 可降低维护成本。

(3)满足需求的供应商

从技术指标来看, 德国 PI 公司最为符合我们的需求, 日本 Thkprecision+德国 Smaract 也可以达到。其中 PI 公司的产品提供了较为优秀真空度和符合要求的精度与行程, 日本 Thkprecision 的压电平移台虽然精度符合最低要求但是精度不及其他公司的产品。法国 Piezoconcept +德国 Huber 的方案精度上十分优秀, 但是真空度要求上有所不足。另外从系统的稳定与易操作性上看, 实现同一功能的装置, 选择同一家公司的产品要好于分别选择两家的产品。价格方面三家公司报价相差不大, PI 公司的方案价格相对最低。综合考虑性能与价格指标, 德国 PI 公司的产品较为符合我们的需求。价格超出概算部分可以在阿秒超快激光光子系统内部进行平衡。

拟采购供货方:

德国 PI 公司

Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG

Auf der Roemerstrasse 1

76228 Karlsruhe

Germany

P-752 压电纳米位移台 3 台, VT-80 150mm 步进电机位移台 1 台, VT-80
50mm 步进电机位移台 3 台

价格: 约合 59.70 万人民币

经过广泛调研, 德国 PI 公司的压电陶瓷与步进电机平移台产品在性能和价
格方面符合我们的需求, 因此拟申请从该公司采购真空电动平移台。

采购需求部门论证签字 (3 人以上, 含课题组长)

附件: 调研供应商产品报价单

中国科学院物理研究所光物理重点实验室

2021 年 11 月 25 日