

# 激光稳定系统 简洁型

产品介绍



## 1. 原理简介

简洁型激光稳定系统可用于抵消或纠正由振动、冲击震动、热量漂移，或其他对激光方位有不良影响的因素引起的变化。该系统可应用于所有激光设备和激光系统中。如果激光系统中有您不期望的波动或移位，而您的激光应用需要有很高的精确性和稳定性，那么激光稳定系统可帮助您来达到这一目的。

激光方位是由探测器来确定的。探测器可以是一个四象限光电二极管（4-QD）或一个PSD。该稳定系统只需利用用户设备中已有的高反光镜后的一小部分微弱的透射光就足以稳固激光。

系统中的一个闭循环控制器不断探测激光光线的实际方位与应有方位的偏差，同时借助于一个快速传动装置使一个转向镜把激光光线稳定在所需位置上。

两个不同型号的系统可提供用户使用。“双轴控制系统”包括一个探测器和一个转向镜，其中转向镜可在两个不同方向轴上转动。这样，激光的位置就可通过转向镜的转动被确定在由探测器设定的位置上。但这种情况下，激光的方向还会有偏移的可能。因为即使激光最后射到探测器上的位置虽然一致，但该光线射到转向镜上的点位还是可以不同，所以这个系统只能定位但不能定向。相比之下“四轴控制系统”包含两个探测器和两个转向镜。此系统中两个探测器把激光固定在两个不同的预先确定的位置上。由此激光的位置和方向都被稳固住了。

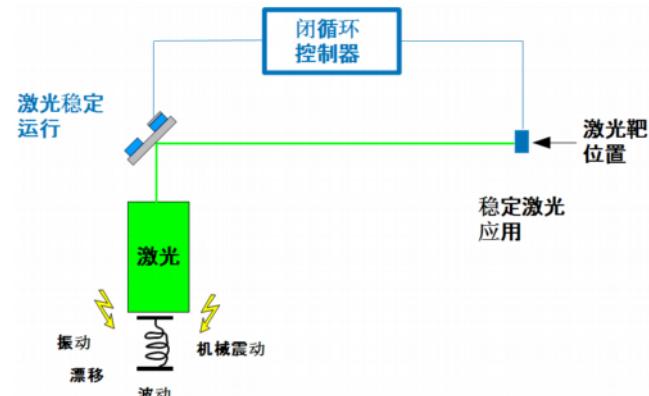


图 1 激光稳定原理

## 2. 系统组件

激光稳定系统由一些光学电子组件（转向镜，探测器）以及电子控制系统组成。我们提供不同类型的转向镜和探测器。有关更多详细信息请参阅第 5 节中的照片，或请向我们问询。



图 2,3 和 4 (从左至右) : 配压电元件的转向镜 (P4S30 型) ,  
配置位置显示屏的探测器 (横向放置) , 探测器 (纵向放置)

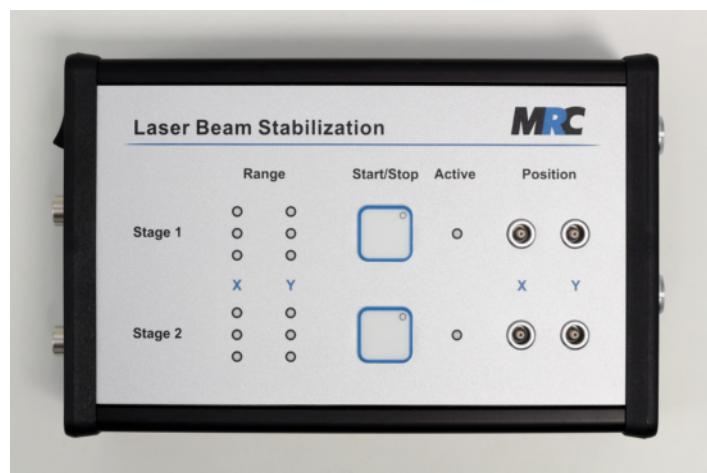


图 5: 外壳顶部的薄膜按键和连接插座



图 6: 外壳左侧的电源输入和输出插座



图 7: 外壳右侧的输入插座和滑动开关

电子控制系统 (包括控制器 , 放大器 , 电源 ) 完全被集中到一个简洁紧凑的外壳中。它可由一个普通标准的 12V 电源驱动。

## 3. 安装和调试操作

### 3.1. 简介

想了解系统操作原理最迅速明了的方法是参看图 5-图 7。图 5 中显示了电子控制系统顶部的面板按键和位置信号的输出口。这个型号用于有两个探测器和两个转向器的系统，此型号包括调控段 1 ( Stage 1 ) 和调控段 2 ( Stage 2 )。两个调控段可以分别用开关键独立地开起或关闭 ( Start/Stop )。若您按开关键 ( Start/Stop )，那么这个调控段便处于开起状态，此键的右上角上的小 LED 会发亮。但这还不表示调控段在调控工作中。只有当激光射到探测器上的光强足够高时，调控段才会处于调控状态，“Active“ LED 会亮起来。范围显示屏 ( Range ) 显示出转动镜是否处于正常工作范围内。

顶部面板的位置输出口 ( Position ) 是用来帮您观察监视激光束是否射到探测器上的预定位置的 ( x 和 y )。

### 3.2. 光学组件安装

光学部件 ( 转向镜和探测器 ) 可以根据不同的应用需求按照不同的方法组装起来。

探测器可直接放设在高反射镜的后面。该探测器非常敏感，所以高反射镜后微弱的透射光就足以用来固定激光。这个特性的优点是，用户不需在现有的光路设施中附加其它部件。除此之外如有需求，也可使用一个分光片或玻璃片把一部分光转射到探测器上。这一配置适用于光束直径较大的激光系统，因为光束直径太大会导致转向器限制激光的传输。

无论在什么情况下，四象限光电二极管的中心位置应该是所需固定的激光位置。第一转向器应该放置在激光源的附近或最后一个干扰源的附近。最后一个探测器应放在激光的应用附近。

注意：

整个装置应该安装在一个平稳区域。理想情况下，所有的组件都应被固定在光学平台上。其他附加的定位辅助步骤 ( 如高度调节 ) 等都不应采用。如果激光设备中有振荡元件，而且其共振频率在调控频率带宽之内，那么，在调控过程中这个元件可能会引起此系统在它的公振频率上开始振荡。

下面的图 8a-e 中显示了一组可选择的结构设置。这几个示例显示了如何利用四象限光电二极管 ( 4QDs ) 来达到四轴控制的设置。若用户只需双轴调控系统，调控结构设置同上，只要省略第二个转向器和第二个 4-QD 即可。

图 8a 中显示了典型的四轴调控系统的结构设置，其中要调节的激光首先射到一个转向镜上，然后经过一个由转向镜和探测器共同组成的组合设置，激光被射到一个放在光镜后面的第二探测器上。

图 8b 显示了类似的结构，其中探测器前多加了一个透镜，同时还多加一个分光片。这种结构适用于光束直径较大的激光。

在图 8c 中，为提高角度分辨率，在探测器 2 的前端多加了一个透镜。在这种情况下，透镜离探测器的距离最好是透镜的焦距。焦距选择的原则应该是；该焦点的直径（也就是激光光线射到探测器上的直径）不应太小。激光束达到探测器上时的直径应>50 微米，以便保证它能射到四象限光电二极管的每个象限。（象限之间的间距是 30 微米）。

图 8d 显示了 8c 的一个变形例，其特征在于，两个探测器共同放在一个光路反射镜的后面。在这里一个探测器前放置了一个透镜，由此光束位置和光束方向都被稳固住了。

最后图 8e 所示，是另一种结构。前面介绍的四轴系统被转换成两个二轴系统。即两个调控段用于稳定两个独立的激光束。

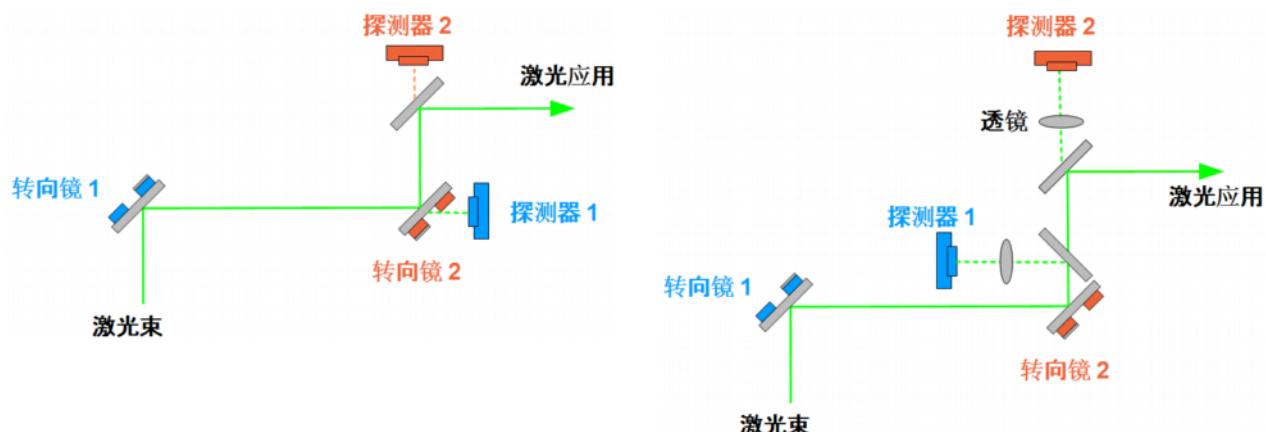


图 8a: 典型的 4 轴稳定系统设置：探测器 1 固定了激光的一点位置。探测器 2 固定了激光的另一光束位置。这样光束方向/角度也由此被稳固住。

图 8b: 设置与 8a 相似，探测器 1 前另加一个分光片和一透镜，探测器 2 前另设一透镜。  
 (适用于直径较大的激光)

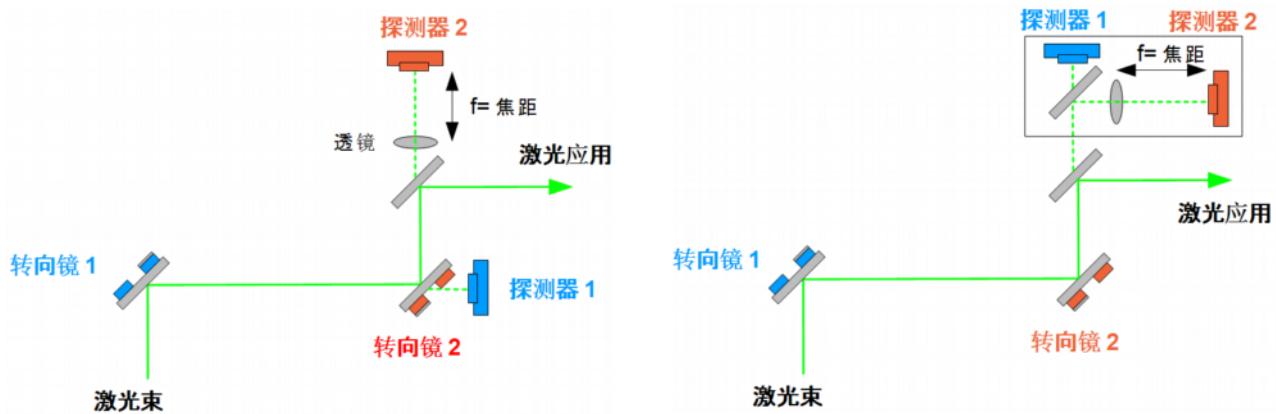


图 8c: 设置与 8a 相似，但探测器 2 前添加一透镜用以提高角度分辨率。这个设置适用于组件之间的空间距离较小的系统中。探测器 2 必须设在透镜的焦距上。

图 8d: 此设置中，两个探测器设在同一个光镜后面。并且被设在激光应用点的附近。与图 8c 中相同，探测器 2 用于增加角度分辨率。

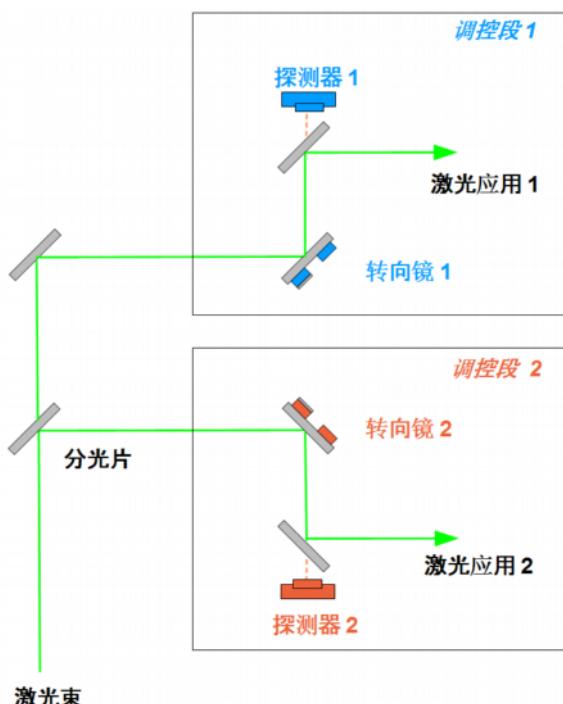


图 8e: 4-轴调控系统被用作 2 个 2-轴调控系统。这个设置可用来把 2 个不同的激光束固定两个彼此独立的激光的位置。

### 3.3. 安装顺序简介

在您第一次安装起动激光稳定系统时，以下步骤将协助您顺利完成安装。更加全面细致的说明和解释，请参阅用户手册。

- 1) 稳固的组件安装(转向镜和探测器)：首先应该把激光射线的位置调到探测器的中心点上。探测器可以直接安置在光镜后面。或者，激光射线的一微小部分可以通过分光片转射到探测器上。
- 2) 电线连接：第一转向镜的电线应与第一传动器输出口 1 (Actuator 1) 连接，第二转向镜的电线应与第二传动器输出口 2 (Actuator 2) 连接。第一探测器与第一四象限光电二极管输入口 1 (4QD1) 连接，第二探测器与第二四象限光电二极管输入口 2 (4QD2) 连接。
- 3) 电源开关 (在外壳左侧)：接通电源电线 (12V, 2A)。启动系统后控制器正面的四个绿色范围 LEDs (Range) 会亮起来。
- 4) 调试探测器上的信号敏感性：最佳状态下，设在探测器反面的光强显示排上的 9 个 LEDs 应该亮起。(为达到这一状态，可以通过调试转动探测器中内装的电位计来达到。如有需要，请使用不同的滤光片)。
- 5) 首启调试：(先不启动调控段 (Stage1, Stage2))：把激光射线调试到探测器的中心点上。在此情况下，位置显示屏 (LED-十字屏) 不该有红色的 LEDs 发亮。
- 6) 方向编码：打开起动调控段 1 (按 Start/Stop 键)，之后如果范围 LEDs 中 (Range) 有红色 LEDs 亮起来，则应调整改变控制器外壳右侧上相应的 x 和 y 的方向滑动开关的位置。最理想状态下，范围 LED (Range) 中只有中间的绿色 LED 灯亮起。
- 7) 与以上第 6 步的操作相同，可调试调控段 2 的方向编码。
- 8) 微调调控段 1：微调时两个调控段都应处关闭状态，(再次按 Start/Stop 键，使 Active 的 LEDs 不再发亮)。然后电线插入控制器正面的方位插座 (Position) 并与一示波器相连，借助于示波器的图，调试转向镜，把 x 和 y 的值调到接近 0V。
- 9) 微调调控段 2：调控段 1 处于正常开动状态 (按 Start/Stop 键，使调控段 1 的 Active LED 发亮)，调控段 2 仍然关闭着。然后按照第 8 步骤的部分的描述，继续调试。
- 10) 两个调控段都被开起，四轴稳定控制系统就可以开始正常工作运行了。

## 4. 操作性能和安全性能

### 4.1. 光强和其位置的显示

稳定系统中每个四象限光电二极管（4-QD）的光强，（其光强是所有4个象限光强的总和），是通过一排LEDs（10个绿色LED显示灯）标示出来，这排LED安装在与此四象限光电二极管相连接的探测器的背面。同时，激光光束位置是通过一个LED十字显示屏标示出来的。当激光击中4-QD的中心，那么只有位于中央的绿色LED发亮。在其它情况下，其它的LED也会发亮，请参看类似于图9中的例子。

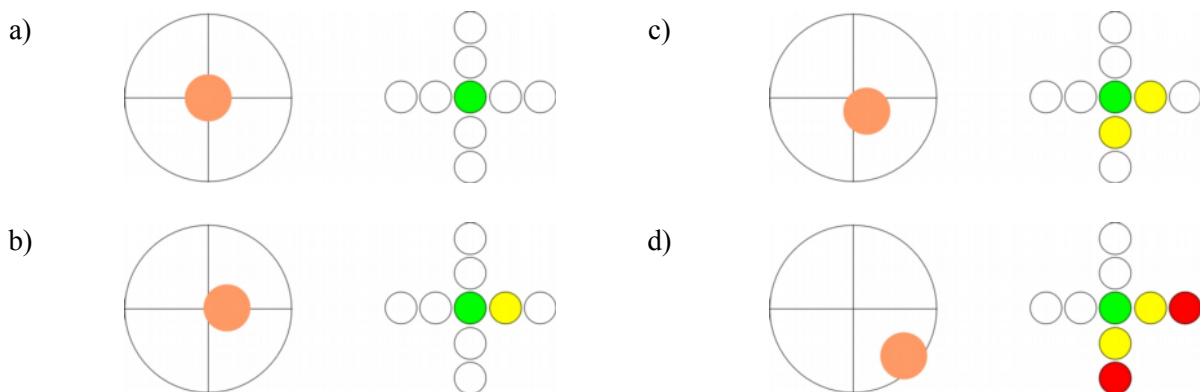


图9：几个不同例子来说明激光（橙色斑点）击到4-QD上时，位置显示屏（LED十字显示屏）上所显示的图象的意义。左边的图像是您从后面通过探测器背面能“看见”的激光束图象。

如果只有绿色和黄色LED指示灯发亮，这时传感电子件处于线性性能区域，在此情况下测试信号与激光位置之间有一个线性的直接关系。如果还有一个或多个红色LED发亮，那么以上所说的线性关系就不存在了。因为4-QD的物理结构在此条件下无法保证这一相关性。

### 4.2. 可无级调控的信号放大性能

为方便调试探测器上的光强度信号，每个探测器的侧面都配置了一个无级调控电位计，用于调控信号强度的增减。由此，即使激光强度有所变化，用户无需改换任何光学滤波片。请注意，在此信号放大的最高值是最低值的10倍。

### 4.3. 激光信号减弱时的零位

如果击到4-QD上的激光强度只有饱和状态的10%或以下，（LED显示屏上只有一个LED亮着），稳定系统会自动把转向镜移回到零位。这样就确保了，在激光被关闭时或被中断时，转动镜会回到起初的零点位置，那么当激光从新运行时，转动镜可从零点位置从新起动。

#### 4.4. 调控延迟

系统中特设一个调控延迟性能。无论激光被关闭或中断或减弱时，此调节性能先让转向镜回退到零位，激光系统恢复正常稍后，此性能才启动激光稳固调控工作。您可以看见：在以上情况下，Active-LED 在这延迟过程结束之后才会再亮起。

#### 4.5. 调控状态（连锁性能）

在系统处于完全关闭状态（断电）下，系统中的压电传动器，由其本身的特性，总会让转向镜转到一个极端位置上。这一位置与转动镜零点位置相差约 0.5 毫弧度（PKS 型号）或 1.0 毫弧度（PSH 型号）。这个极端位置可能会导致激光的错误定位而使整个系统出现故障或带来损坏。所以为避免以上情况出现，激光稳定系统具有一个 TTL（晶体管逻辑电路）输出口（Status，设在外壳左侧），它可以用来关闭激光或利用一关闭快门来中断激光。如果 TTL 的输出状态为高时（HIGH），表明调控系统处于工作状态，转动镜处在正确的位置或在零点位置。如果 TTL 的输出状态为低时（LOW），表明调控系统处于工作状态，但转动镜的位置不正确。（如果调控系统处于非工作状态下，TTL 的输出状态一直是处于 HIGH）。

#### 4.6. 带宽转换

整个系统的调控带宽可直接影响调控结果的质量。该系统可以在两个不同带宽阶段进行调控操作。若无其他要求，基本设点是高带宽段。如果干扰因素来自不稳定的机械结构，特别是当元件的自身共振频率相互干扰时，则应选择低带宽段。带宽转换按钮设在系统外壳上（Bandwidth = 带宽，参见图 7，H = 高，L = 低）。用户可根据需要对每个控制段分别选择合适的带宽段。

注释：该系统主要调节激光的光质点。随着光质点的移动稳定系统的调节重心也会移动。这里光质点是由激光横断面光强分布情况来确定的。但整个调控过程不改变激光的光强的分布。

## 5. 光学组件

### 5.1. 转动镜 PKS 型号

相比之下，转动镜 PKS 的倾斜角度比 PSH 型号小。它的倾斜角度是  $\pm 0.5$  毫弧度。它可使大直径的激光通过。在粗调转动镜的零点位置时，也可由手动调节。在图 10 中，显示了一个 PKS 型号。



图 10：转向镜 PKS 型号，配置 1"光镜。蓝箭头指示 x-和 y-记号。

| 性能数据           | PKS                                       |
|----------------|---|
| 倾斜角度           | 1 毫弧度 ( $\pm 0.5$ 毫弧度) 光镜倾斜度, 2 毫弧度 光线倾斜度 |
| 粗略调节精确度 (手动调节) | $\pm 2^\circ$                             |
| 压电叠层           | 含 2 个压电叠层                                 |
| 共振频率           | $\sim 700$ 赫兹 (1" 光镜)                     |

### 5.2. 转动镜 PSH 型号

转动镜 PSH 有比较大的倾斜角度。它的倾斜角度是  $\pm 1$  毫弧度。它也可由手动调节。为达到高谐振频率，这个型号配备了一个强弹簧并附加平衡体来优化效果。标准转动镜选用 1"光镜，但它也可在利用适配器的情况下配备其他较大的光镜。

| 性能数据           | PSH                                     |
|----------------|---|
| 倾斜角度           | 2 毫弧度 ( $\pm 1$ 毫弧度) 光镜倾斜度, 4 毫弧度 光线倾斜度 |
| 粗略调节精确度 (手动调节) | $\pm 5^\circ$                           |
| 压电叠层           | 含 2 个压电叠层                               |
| 共振频率           | $\sim 840$ 赫兹 (1" 光镜)                   |



图 11a:转光镜 PSH 型号 , 配置 1"光镜

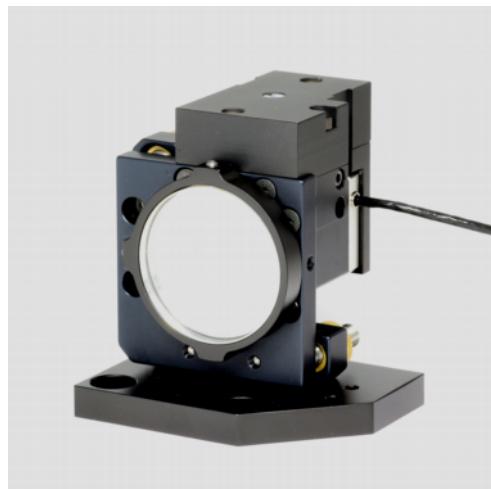


图 11b:转光镜 PSH 型号 ,  
配置 适配器和 1.5" 光镜

#### 注释:

- 压电传动器的移动顶板对机械干扰力非常敏感。所以请避免强烈的力或力矩对这个板块的影响。该压电叠堆组件紧靠在顶板的后面。
- 如果您有必要删除 1.5"-适配器 , 需特别小心。我们可以提供详细说明和特制工具来帮您正确操作。

### 5.3. 转动镜 P4S30 型号

转动镜 P4S30 适合用于更大的光镜系统( 光镜  $> 1"$ )和更大的倾斜角度。相对于含 2 个压电叠层的 PKS 和 PSH 来说 , P4S30 含有 4 个压电叠层 ,由此整个装置更加稳固。也因此拥有更高的共振频率。因为这个特性,P4S30 能用在带宽很大的系统当中 , 另外 P4S30 的倾斜角度更加宽大,它的光镜倾斜角可达到  $\pm 2$  毫弧度, 也就是说它的光线倾斜度可达  $\pm 4$  毫弧度.

| 性能数据           | P4S30   |
|----------------|---|
| 倾斜角度           | 4 毫弧度 ( $\pm 2$ 毫弧度) 光镜倾斜度, 8 毫弧度 光线倾斜度       |
| 粗略调节精确度 (手动调节) | $\pm 4.5^\circ$                               |
| 压电叠层           | 含 4 个压电叠层                                     |
| 可达到的共振频率       | $> 1,200$ 赫兹 (1" 光镜)<br>$\sim 300$ 赫兹 (2" 光镜) |
| 可达到的稳定带宽范围     | $> 400$ 赫兹 (1" 光镜)<br>$> 100$ 赫兹 (2" 光镜)      |

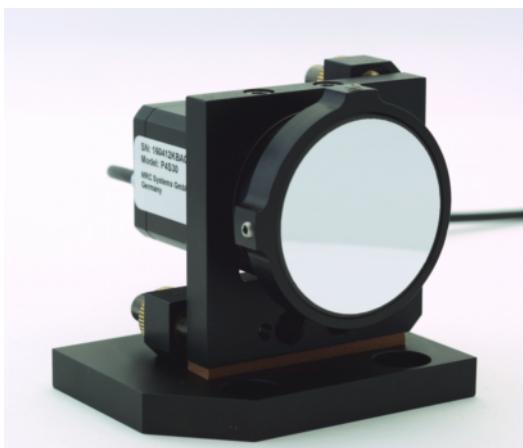


图 12a: P4S30 型号, 配置 1.5" 光镜和其可灵活调节的适配装置



图 12b: P4S30 型号, 可配置 4" 光镜的稳固适配装置

## 5.4. 探测器

### 5.4.1 标准四象限光电探测器

图 13a 显示的是探测器的正面，这也是四象限光电二极管的检测感应区。图 13b 显示的是探测器的背面，这里有由 LED 灯组成的“十”字显示灯（激光方位显示灯）；右边的“1”字显示灯（激光光强显示灯）；及其几个插头（X - , Y - 方位插头，光强插头，电源插头）。关于探测器的其他信息，请参照 4.1.-4.2.

| 性能数据  | 标准四象限光电探测器 4QD          |
|-------|-------------------------|
| 光长    | 320 - 1,100 nm          |
| 感应区面积 | 10 x 10 mm <sup>2</sup> |



图 13a: 标准四象限光电探测器  
(检测感应面 10x10 mm<sup>2</sup>)



图 13b: 标准四象限光电探测器背面

#### 5.4.2 高光强探测器 - 四象限光电二极管可探测光强变化范围巨大的激光

许多激光系统中的激光光强不是固定的，而且它的变化范围时常非常大，或者激光光强变化需要有一定模式，而这个模式变化范围非常大。新制的高光强探测器有完全不受光强变化的性能，它的信号感应敏感度完全能自动调节来配合光强的变化。激光系统的光强变化范围可以 > 1000 倍，我们的探测设备不会受其影响，也不需添加任何光学滤波片。信噪比 ( S/N ) 在整个光强变化范围内根本无明显变化。这个型号的探测器使我们的稳定系统的功能达到其最大的准确性，确保客户的激光系统的运行达到最佳状态。

**优点：**

- 激光可变化范围 / 光强范围  $10^3$
- 信号噪比使用标准四象限光电探测器低

#### 5.4.3 红外线-紫外线探测器

对于光长在红外或紫外的激光系统，我们可提供以下特制四象限光电二极管来满足不同光线范围和不同探测感应区面积的需求。性能表如下：

| 性能数据  | 紫外线 UV 4-QD<br>3x3        | 红外线 IR 4-QD<br>铟镓 InGaAs     | 红外线 IR 4-QD<br>锗 Germanium   | 热释电 4-QD<br>Pyroelectric 4-QD |
|-------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 光长    | 190 - 1,000 nm            | 900 - 1,700 nm               | 800 - 2,000 nm               | 0.1 -3,000 $\mu\text{m}$      |
| 感应区面积 | $3 \times 3 \text{ mm}^2$ | $\varnothing = 3 \text{ mm}$ | $\varnothing = 5 \text{ mm}$ | $9 \times 9 \text{ mm}^2$     |

#### 5.4.4 PSD 探测器

作为标准四象限探测器的另一选择，我们可提供 PSD 探测器。PSD ( 方位感应器 ) 适合用于以下光长范围：

| 性能数据  | PSD                       |
|-------|---------------------------|
| 光长    | 320 - 1,100 nm            |
| 感应区面积 | $9 \times 9 \text{ mm}^2$ |

PSD 探测器 和标准四象限探测器的区别在于，在 PSD 的整个感应区范围内，每个点都可被利用为激光稳定点的位置。因为在这个感应区范围内，电压和方位成线性比例。也就是说方位的变化也直接是电压的变化。

利用这一特性，PSD 探测器相比于标准四象限探测器具有一个很大的优点。四象限探测器的激光稳定点一般必须选择在探测器的中心点，而使用 PSD 时，你可定义 PSD 感应范围内的任何一点作为激光



稳定点。从而简化了手动调试工作。因为你只需要添加一个简单的外加电源，输出一个电压信号，你可以通过对这个外加电压高低的调节，轻松地调节或改变方位的位置。由此轻松调节或改变激光稳定点的位置。

## 6. 联系地址

MRC Systems GmbH  
Hans-Bunte-Straße 10  
D-69123 Heidelberg  
Germany

Phone: +49 (0)6221 13803-00  
Fax: +49 (0)6221 13803-01  
Website: [www.mrc-systems.de](http://www.mrc-systems.de)  
E-mail: [info@mrc-systems.de](mailto:info@mrc-systems.de)

## 7. 激光数据表

为使我们能尽快完成稳定系统的对应配套设计，以便我们顺利做好与您激光系统的衔接配套工作，我们希望您能提供有关激光和设备结构的数据。

以下表格中的信息内容，有利于我们的配套设计。

### 7.1. 激光数据

波长/范围 .....

平均激光功率 .....

脉冲持续时间 ..... (连续波激光系统，请填写“CW”)

重复率 ..... (不适用于连续波激光系统)

光束直径 .....

光束轮廓 ..... (无需详细介绍，如“圆”，“椭圆”等就可)

### 7.2. 系统设备数据

如有可能，请寄给我们您激光系统结构草图或照片。我们可以依此来建议最合适的位置和方法。另外依此我们也可选择好我们系统中转向器和探测器之间的距离（所谓“臂长”），因为它们直接影响所能达到的角分辨率的精确度。

我们的宗旨是，尽量采取最简单的组件设置来达到最好的稳定效果。

### 7.3. 光镜数据

请让我们知道，您是否需要我们提供光镜。

用户自备光镜

MRC 提供光镜（面议，额外组件）

我们建议光镜尺寸应为：

- 标准型：直径 1"，厚度 1/4"（也可使用 1/8"）
- 特殊型：直径 2"