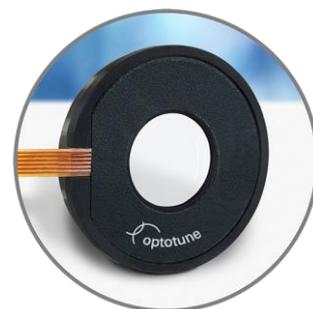




## 电动调焦镜头 EL-12-30-TC



紧凑型 EL-12-30-TC 镜头专为集成到各种应用的光学系统中 (OEM) 而设计。其工作原理基于成熟可靠的变形状透镜技术。通过施加电流来调整镜头的曲率。从而, 焦距可以在几毫秒内调整到所需值。该镜头采用“推拉式”架构, 意味着镜头曲率可以从凹面偏转到凸面。采用基于成熟音圈技术的执行器, EL-12-30-TC 调焦镜头极其可靠和坚固, 非常适合在恶劣环境和大温度范围内使用。

### 镜头规格

通光孔径	11.6	mm
光焦度范围 (25°C, ± 250 mA)	-6 至 +10	dpt
光焦度 @ 0 mA (25°C, 典型值)	-1 至 +2	dpt
透射波段	VIS: 450 至 1050	nm
波前误差 @ 0 dpt (光轴垂直 / 水平)	0.15 / 0.23	RMS @ 532 nm
镜头类型	平凹至平凸	
折射率 / 阿贝数	$n_0 = 1.45 / v = 55$	
响应时间 (典型值 @ 25°C, 0 至 ± 250 mA 阶跃)	3	ms
稳定时间 (典型值 @ 25°C, 0 至 ± 250 mA 阶跃, ± 0.1 dpt)	10 (带信号调理) 20 (矩形阶跃)	ms
使用寿命 (-200mA 至 +200mA, 正弦波, 20Hz)	> 10,000,000,000	
工作温度	-20 至 65	°C
存储温度	-40 至 85	°C
重量	10.5	g

### 电气规格

标称控制电流	-250 至 250	mA
绝对最大控制电流	-300 至 300	mA
电机线圈电阻 @ 25°C	15	
5 dpt 范围的功耗 (± 60mA)	55	mW
最大功耗 (@ 250 mA)	940	mW
存储器	ON Semiconductor: CAT24C64C4CTR (或类似)	
温度传感器	Maxim Integrated: MAX31875R2TZ5+T (或类似)	
绝对最大电压 (线圈)	6	V
绝对最大电压 (存储器 & 传感器)	4	V

## 可用标准产品概览

标准产品 <sup>1</sup>	调谐范围	顶部螺纹	底部螺纹	控制器
EL-12-30-TC-VIS-16D	-6 至 10 dpt	无	无	-
EL-12-30-TC-VIS-16D-C	-6 至 10 dpt	C口 (公头)	C口 (母头)	-
EL-12-30-TC-VIS-16D-C-E				ECC-1C (在 Hirose 适配器中)

<sup>1</sup> 所有型号均可按要求提供 NIR 镀膜或定制镀膜

## 液体透镜工作原理

EL-12-30-TC 的工作原理基于 Optotune 成熟的变形状聚合物透镜技术。构成透镜的核心包含一种光学液体，该液体用弹性聚合物膜密封，如图 1 所示。电磁执行器用于对容器施加压力，从而改变透镜的曲率。通过改变流经执行器线圈的电流，可以控制透镜的光焦度。

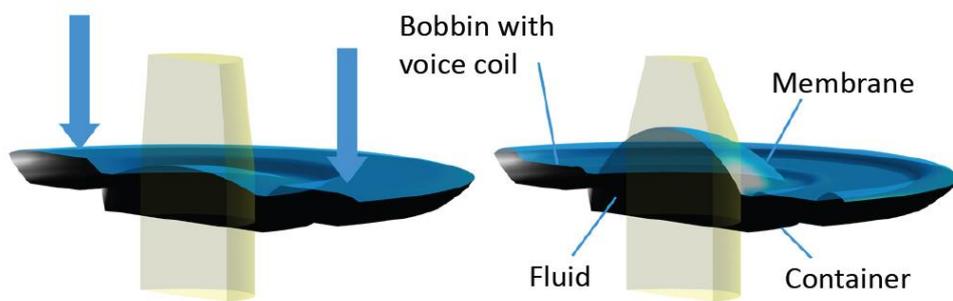


图 1: 充满光学液体的密封透镜容器工作原理示意图，嵌入在 EL-12-30-TC 外壳中。

## 机械布局

EL-12-30-TC 配有钢制顶部返回结构和 LCP 基座。通过侧面的 FFC 电缆建立与控制器的电气连接和通信。相关机械图纸如图 2 所示。

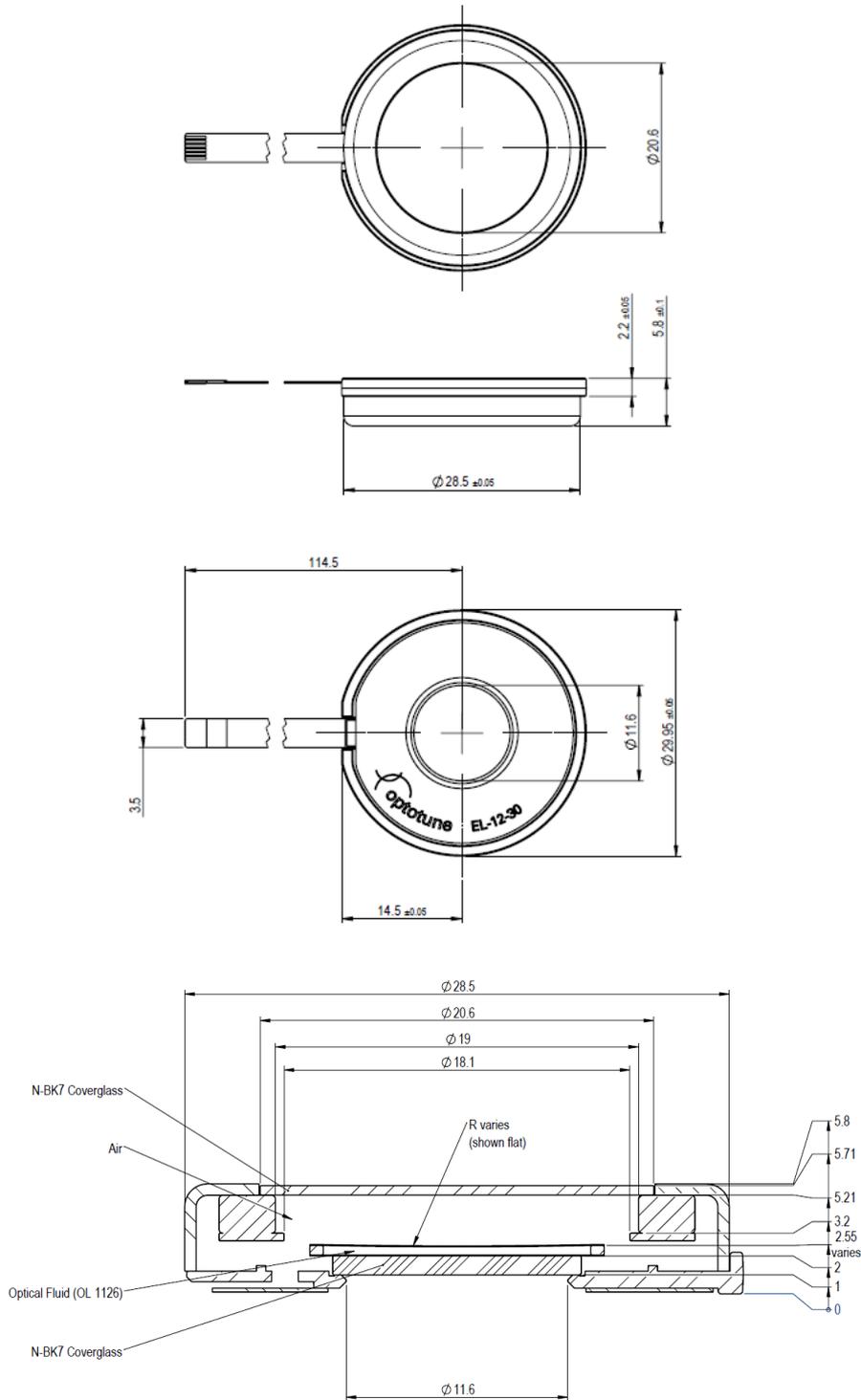


图 2: EL-12-30 最简单版本 (EL-12-30-TC-VIS-16D, 无螺纹适配器) 的机械图纸 (单位: mm)

为便于集成到光学系统中，EL-12-30 还提供 M40.5x0.5 管状版本，配备 C 接口顶部和底部适配器，见图 3。适配器可旋转，并用一个紧定螺钉锁定。螺纹适配器侧面的延伸部分提供了一个 6 针 Hirose 连接器（HR10G-7R-6P），使其适用于恶劣的环境条件。

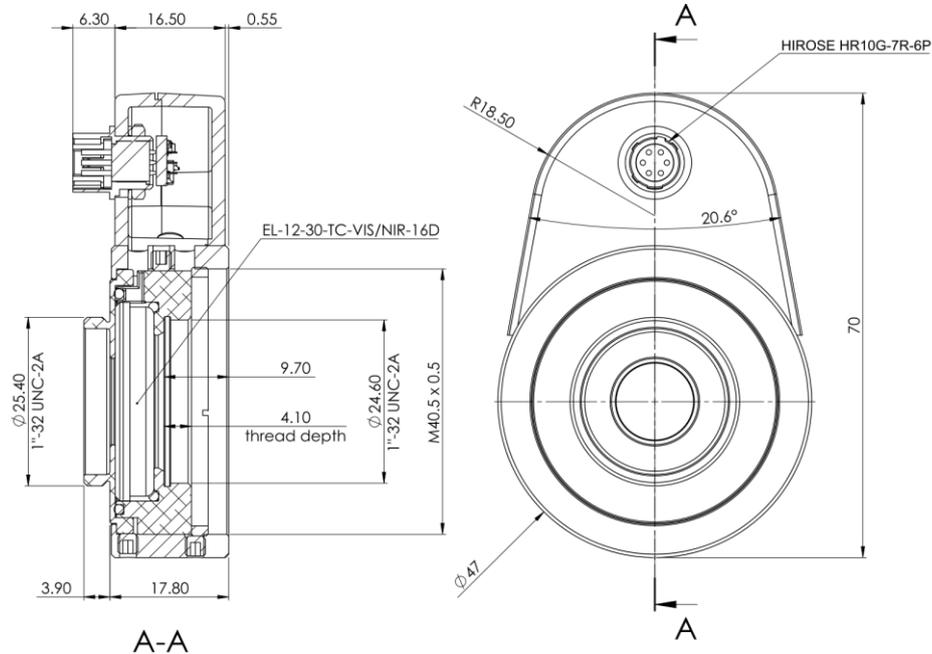
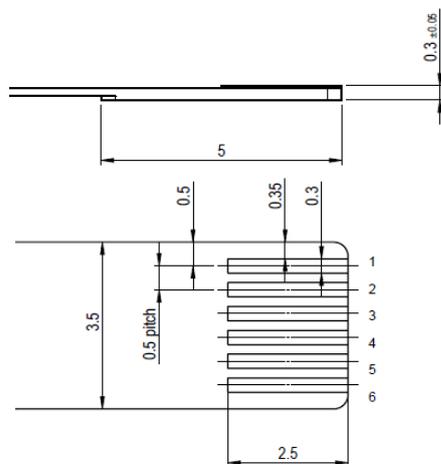


图 3: EL-12-30-TC-VIS/NIR-16D-C 的机械图纸

## 电气连接

不带适配器的 EL-12-30-TC 的电气连接由一个 6 针 FPC 柔性电缆组成，适用于 Molex 连接器型号 503480-0600 或同等产品。其中两个针脚用于镜头线圈，另外四个针脚用于连接温度传感器和 EEPROM 的 I2C。



引脚定义：EL-12-30-TC

位置	功能	值
1	GND	-
2	最大控制电流 -	-300 至 300 mA
3	最大控制电流 +	-300 至 300 mA
4	I <sup>2</sup> C SDA	数字信号
5	I <sup>2</sup> C SCL	数字信号
6	Vcc	3.3 V

图 4: EL-12-30-TC 的电气柔性连接

组件:	温度传感器	EEPROM
I <sup>2</sup> C 地址	Maxim Integrated: MAX31875R2TZ5+T	ON Semiconductor: CAT24C64C4CTR
BIN	Ob 1001 010x	Ob 1010 000x
HEX	W: 0x94; R: 0x95	W: 0x40; R: 0xA1
DEC	W: 148; R: 149	W: 160; R: 161

图 5: 电气元件及地址

EL-12-30-TC 的工业版本通过 6 针 Hirose 连接器提供连接，连接器的类型指示 Hirose 适配器中是否嵌入了控制器，如下图所示：



图 6: 无嵌入式控制器的镜头型号的电气连接，配备（公头）Hirose 连接器。



图 7: 带嵌入式控制器 ECC-1C 的镜头型号的电气连接，配备（母头）Hirose 连接器。

### 光焦度与电流关系

如图 8 所示，EL-12-30-TC 的光焦度随正向电流增加而增大，随负向电流增加而减小。当驱动镜头达到绝对最大控制电流时，调谐范围会进一步增加，但必须考虑显著的发热问题。

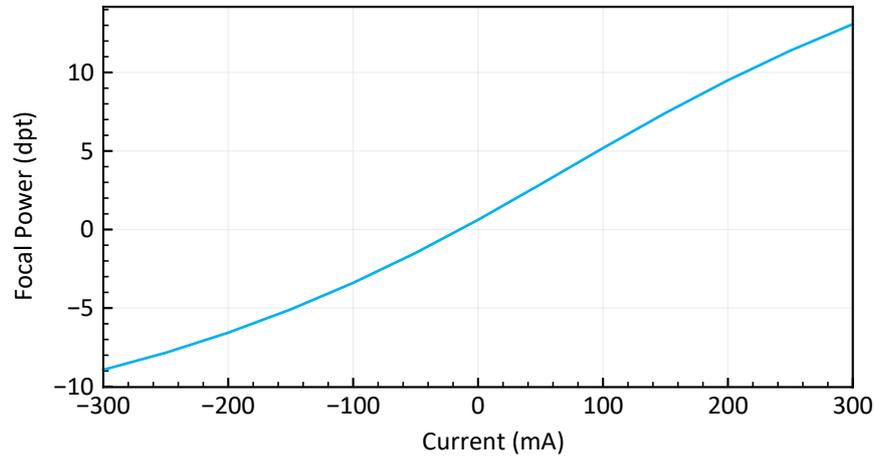


图 8: 光焦度（屈光度）与电流关系的典型数据。

### 透射率

光学液体和膜片材料在 400 至 2500 nm 范围内都具有高透射性。由于膜片具有弹性，无法使用标准工艺镀膜，因此预计会有 3—4% 的反射。保护窗片可以根据需要进行镀膜。图 9 显示了标准宽带镀膜的透射光谱。

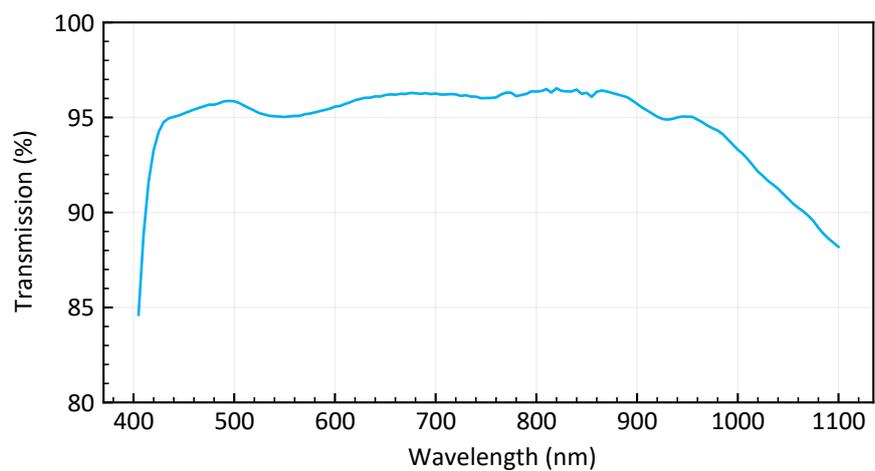


图 9: 标准 EL-12-30-TC 的透射光谱。

## 波前质量

图 10 显示了典型的波前误差随光焦度变化的函数关系。波前质量因镜头而异，可根据要求指定不同的规格。通常在 0 到 5 屈光度之间可获得最佳的波前性能。当镜头垂直放置（光轴水平）使用时，会引入 Y 向彗差项，导致波前误差量级约为 0.2-0.25 RMS。重力引起的 Y 向彗差项取决于镜头的通光孔径、液体密度、膜的机械性能，可根据要求进行优化。

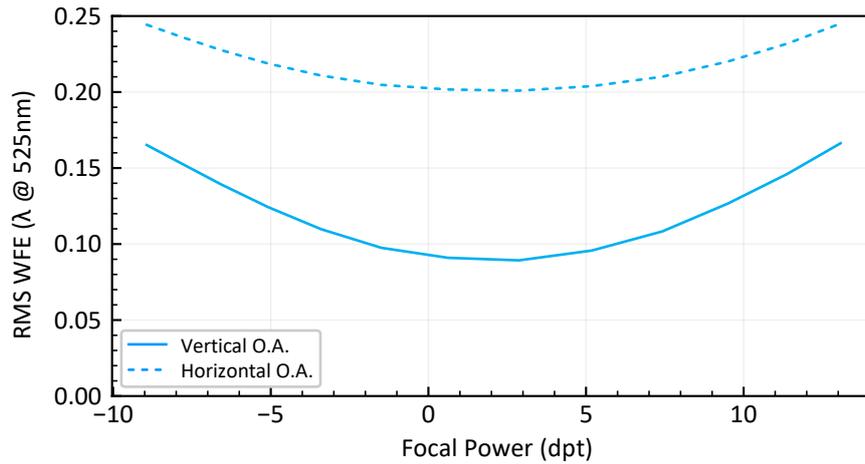


图 10: EL-12-30-TC 的典型波前误差 vs 光焦度（光轴垂直和水平时）(@525nm，在 80% 通光孔径范围内测量)。

## 响应时间

EL-12-30-TC 具有约 3 ms 的极快响应时间和基于矩形阶跃约 20 ms 的稳定时间。我们控制器可提供适当的信号调理，能够将稳定时间减半，如图 11 所示。更多信息，请联系我们。

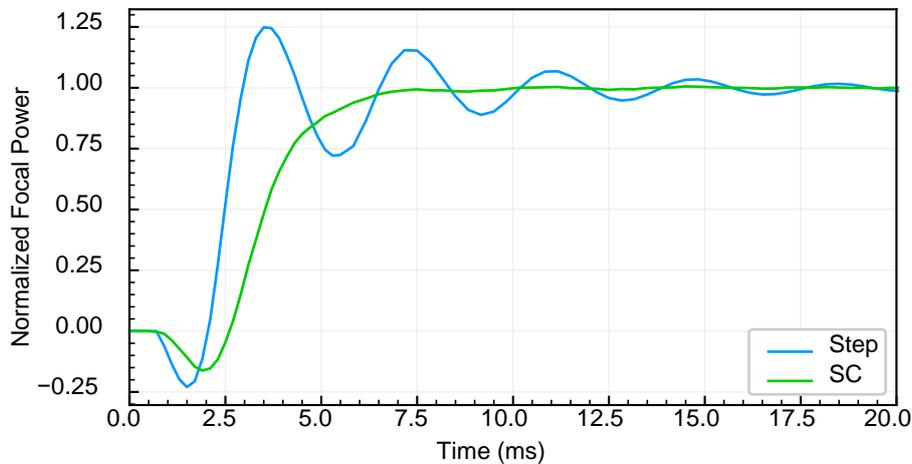


图 11: 稳定时间可通过信号调理 (SC) 改善

图12显示了在室温下测量的几个电流阶跃的焦功率响应。

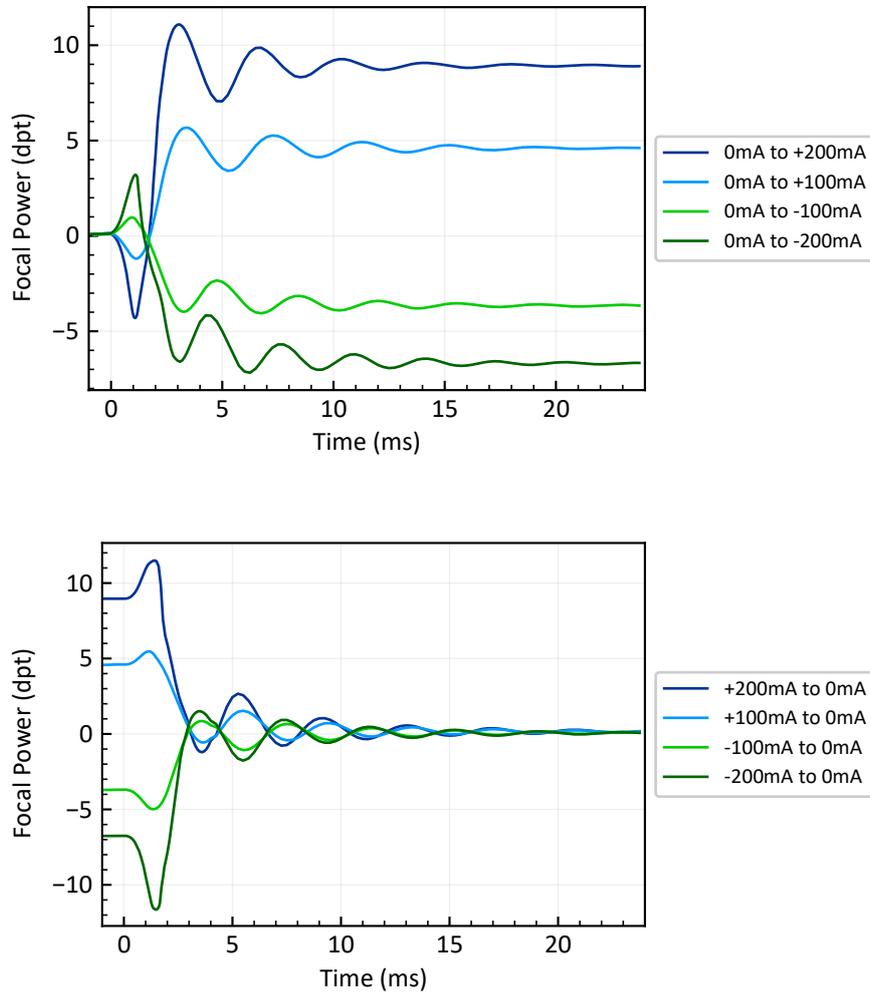


图12：EL-12-30-TC器件在多个电流阶跃下的典型焦功率响应。上图显示从低电流到高电流的阶跃序列，下图显示从高电流到低电流的阶跃序列。

图13展示了宽频范围内的频率响应特性，可见在约275Hz处存在谐振峰。由于高阶模态的激发会导致波前误差增大，透镜通常不可在谐振频率附近用于成像应用。当施加电流阶跃时，建议采用低通滤波器对150Hz以上的频率进行阻尼处理，如此可避免出现图12所示的激励振荡现象。

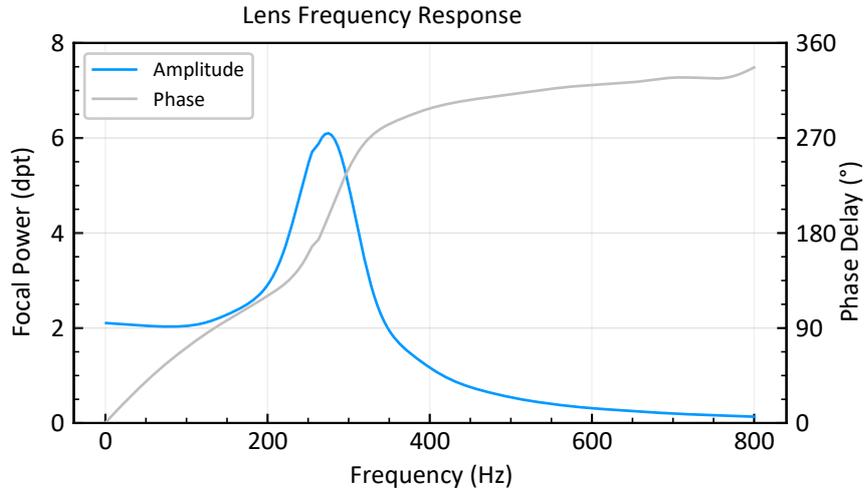


图13：EL-12-30-TC器件的典型频率响应与相位延迟特性（驱动电流幅值：-50~50mA）

### 温度影响

残余温度效应会影响规格表中标定的焦功率长期漂移。该温度效应通过温度敏感度 $S$ （屈光度/°）进行量化，表示每摄氏度引起的焦功率变化。如图14所示，敏感度 $S$ 与焦功率几乎呈线性关系。通常情况下，当EL-12-30-TC器件与散热器（具有高导热性的大质量金属体）进行热连接时，可最大限度降低温度影响。当EL-12-30-TC器件在0至5屈光度范围内工作时，可获得最佳热性能表现。

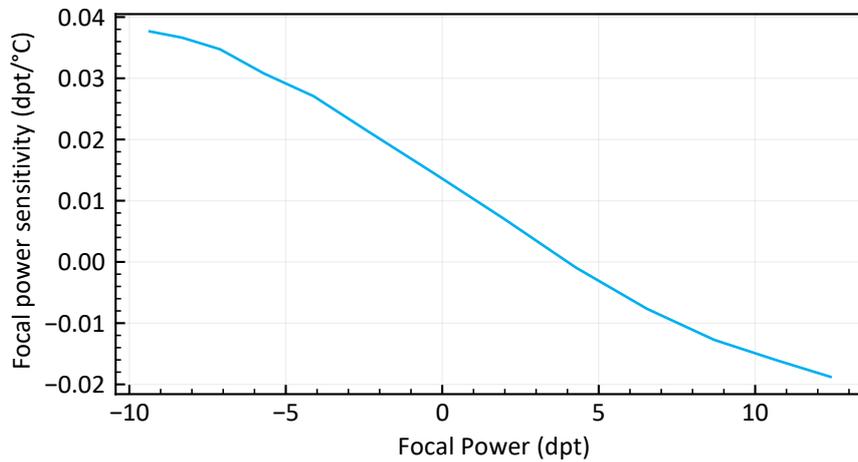


图14：温度敏感度随焦功率的变化关系

由于透镜液体的粘度随温度变化，其响应特性会如图12所示发生改变。需注意的是，在极低工作温度下，可向EL-12-30-TC施加最高300mA电流，使透镜升温约10~20。

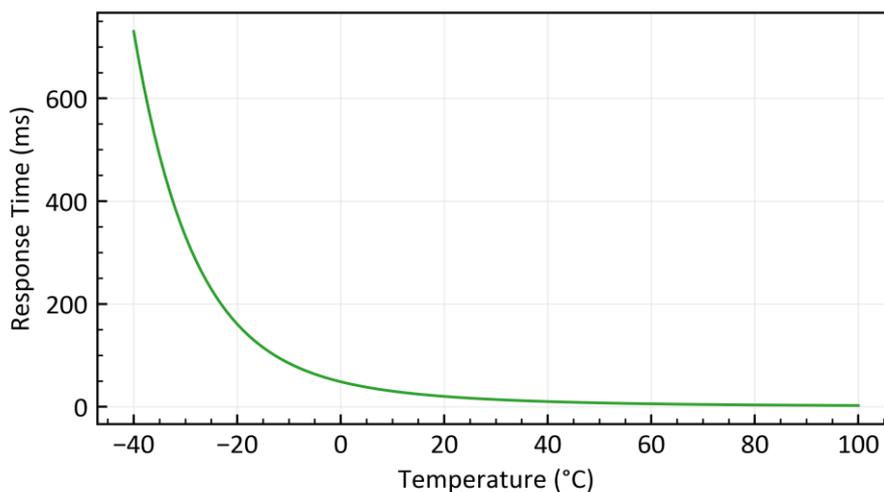
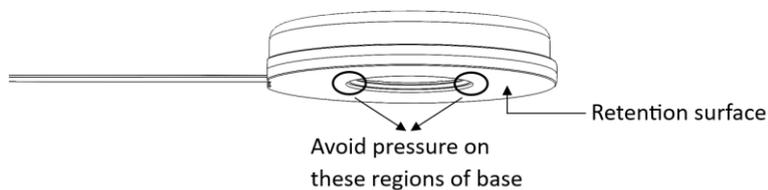


图15：响应时间与透镜温度的函数关系

### EL-12-30-TC器件的安装方式

该器件可通过法兰夹持安装。其LCP基座采用光学轴向定位设计，可确保透镜在光轴方向的固定。



EL-12-30-TC 专为 OEM 集成设计，可采用以下厂商组件进行安装：Thorlabs（索雷博）光学部件、Edmund Optics（爱德蒙光学）配件、Qioptiq（奇傲）系统组件



G024503000  
LINOS- Qioptiq



G061042000  
LINOS- Qioptiq



LMR30/M  
Thorlabs



KM200V/M  
Thorlabs



SM30L03  
Thorlabs



NT64-564  
Edmund Optics



NT03-676  
Edmund Optics

EL-12-30-TC 可提供C接口版本（支持定制）

### 光学系统布局

用户可通过以下链接获取EL-12-30系列透镜的Zemax光学设计仿真文件：

### 自发荧光、双折射与偏振效应

EL-12-30-TC器件无自发荧光特性，不产生双折射效应，且完全不受偏振态影响。

### 安全与合规性

符合RoHS（《关于限制在电子电器设备中使用某些有害成分的指令》）和REACH（《化学品注册、评估、许可和限制》）标准

## 工作寿命与可靠性

EL-12-30系列产品已通过表1所列环境测试与加速老化测试，相关测试严格遵循ISO 9022《光学和光子学环境试验方法》国际标准。

测试	ISO	状态监测
<b>机械循环测试</b> 2亿次全量程循环测试（测试参数：-200mA至+200mA正弦波驱动，频率20Hz）	-	通过，持续测试进行中
<b>机械冲击测试</b> 500g峰值加速度，1ms脉冲持续时间，每轴向3次冲击	9022-30-08-1	通过
<b>高温存储测试</b> 85 ± 2 ° C，相对湿度<40%，持续2小时	9022-11-08-1	通过
<b>低温存储测试规范</b> -35 ± 2 ° C，持续16小时	9022-10-07-1	通过
<b>恒定湿热测试规范</b> 55 ± 2 ° C，相对湿度90%~95%，持续16小时	9022-12-07-1	通过
<b>温度冲击测试规范</b> -40 ° C至55 ° C，2.5小时/循环，转换时间<20秒，5次循环	9022-15-03-1	通过

表1：EL-12-30-TC可靠性及工作寿命测试数据