

安全概念

从工业产生就开始出现了人机协作的方式，在机械冲压行业，由于早期没有太多有效安全防护措施，导致人机协作过程中频繁出现工业安全事故，工人出现断指、断臂、丧失生命等现象。1952年，诞生了工业史上的第一款安全光栅，这在工业生产人机协作方面逐渐给操作人员带来了人身安全的保障。但中国工业革命开始得较晚，起初人们对工业安全不够重视，加上早期主要的安全光栅来自于进口，价格昂贵，很多冲压机械设备没有任何有效安全防护机制，导致危险事故频繁发生。直到90年代初期，国内开始拥有国产安全光栅的品牌，开始带动了国内安全光栅行业发展。国内安全光栅从开始到现在，也已经发展了30年的时间，从最早等级比较低的光栅到现在完全满足国际四级标准，甚至有了逐渐赶超国外品牌的趋势。

欧洲安全等级划分

● 欧洲有关机器安全的技术性标准共分为B级、1级、2级、3级、4级5个级别：



设计中采用最基本的技术保证其可靠性，没有使用安全技术，任何失效都会导致安全功能丧失。



使用有保障的安全器件和技术以确保产品的安全性能。安全功能丧失的可能性比B级小。安全性能依赖元器件和所采用的安全原理，可靠的元器件和技术。



以周期性自检的方式达到安全要求。一个故障可能会导致安全功能丧失，但在下一个工作循环中可以被检测出来。



使用有保障的安全器件和技术，一个失效不会导致安全功能的丧失。但故障积累可能会导致安全功能的丧失。



使用有保障的安全器件和技术，一个失效不会导致安全功能的丧失。安全功能永远存在。

安全知识普及

ESE系列

ELG系列

EB13系列

EB15系列

ESN系列

ESA系列

ESP系列

ELD系列

ESF系列

EFB系列

ESQC系列

ESQS系列

ESCC系列

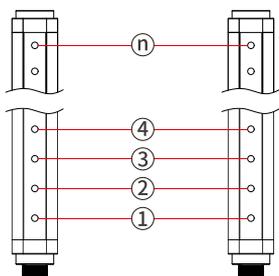
ESCF系列

ESCL系列

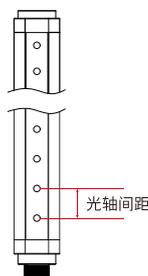
ESCH系列

ESR系列

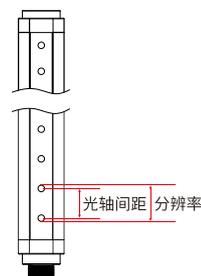
专业术语解释



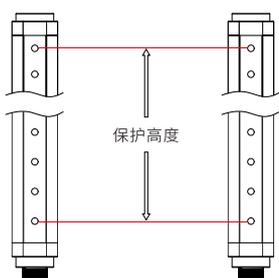
光轴数:指两个对应光束所形成光轴的数量。



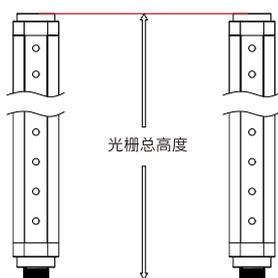
光轴间距:指两个光点中心线之间的间距。



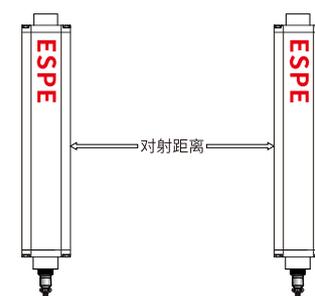
分辨率:指光栅检测物体的最小尺寸,其尺寸为光轴间距加上一个透镜的宽度。测量方式:用直径等于分辨率的圆柱形物体,于光栅对射面任一位置进入并上下移动,光栅应保持遮断状态。



保护高度:光栅有效保护范围的最下端到最上端的距离。



光栅总高度:从光栅最下端到最上端的距离。



对射距离:指光栅发射端到接收端的距离。

安全知识普及

ESE系列

ELG系列

EB13系列

EB15系列

ESN系列

ESA系列

ESP系列

ELD系列

ESF系列

EFB系列

ESQC系列

ESQS系列

ESCC系列

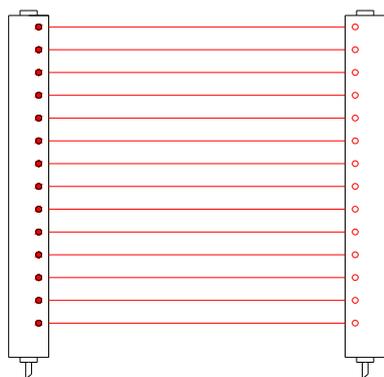
ESCF系列

ESCL系列

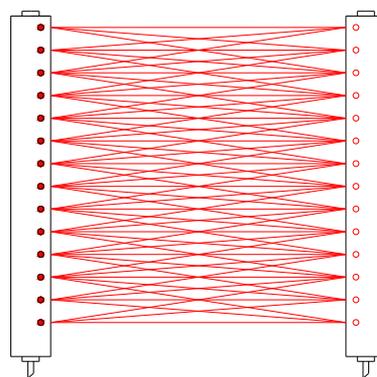
ESCH系列

ESR系列

扫描方式



平行扫描



交叉扫描

安全光栅的选型

保护长度的选择:可根据机床台面的长度或保护区域选择保护长度,5m内可选择公司A系列,10m以内选择公司B系列,15m以内可选择公司C系列,20m以内可选择公司D系列。

保护高度的选择:对于机床的保护高度应不小于:机床滑块的行程+调节量,对于其他机械或者危险区域,应根据需要保护的区域高度,选择相应规格的安全光栅。

控制器的选择:可选择外置式的控制器或内置式的控制器。

安全注意事项

- 该安全光栅只能由专业人员进行安装、检修和保养；专业人员是指经过专业培训并取得认可资格的人员，或者有着丰富的知识、培训和经验且已经被证明拥有解决此类问题能力的人员。
- 在使用安全光栅前，需仔细阅读本说明书，了解必要的安装、操作和检查的程序和要求。
- OSSD 必须满足以下条件：不可与电源短路、不可超出额定值；
- 不可对光栅进行跌落或撞击。
- 用户应建立安全操作制度并有效执行。



- 禁止在电源连接情况下插拔光栅电缆插头。
- 光栅调试完成后，非专管人员，严禁变动其他安装位置。
- 确保光栅安装器件已关闭机器的危险状态并保持此状态。
- 确保电气安装期间安全光栅的输出端不影响机器。

1. 安全光栅的安装

安全距离、安装高度是确保安全光栅实现保护的两个要素，必须正确计算安全距离，光栅的安装位置必须符合安全距离和安装高度的要求；否则，仍存在发生事故的可能。

1.1: 安全距离的计算

安全距离是指光电保护装置的光栅与模具刃口间的最小距离。为确保人或物体进入危险区域时，危险设备进入停止状态，需在危险区域和安全光栅之间设置安全距离 S (如下图所示)。根据不同的国家标准和设备特性确定的安全距离不同，安装时必须按照相关标准设置安全距离；否则，仍存在发生事故的可能。

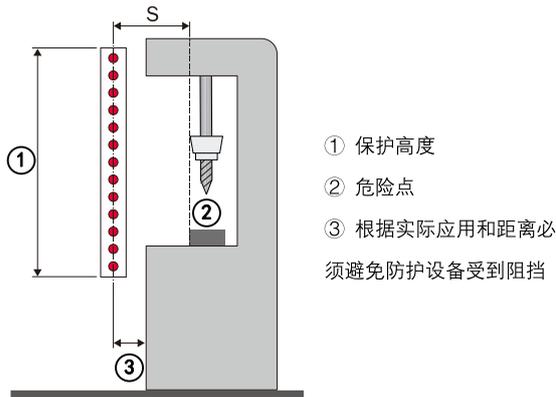


图 1-1 垂直保护区域时的安全距离示意图

K 值的确定

- 当安全光栅被水平安装时，应使用 1600mm/s。
- 当安全光栅被垂直安装时，若安全距离不大于 500mm 时，则使用 2000mm/s；若安全距离大于 500mm 时，则使用 1600mm/s。

T_s 值的确定

- T_s 的计算方式由下式给出。

$$T_s = (1/2 + 1/N) \times T_n \quad \dots\dots \text{公式 (3)}$$

公式中

N: 离合器的接合槽数；

T_n: 曲轴回转一周的时间，单位秒 (s)。

计算实例

假设：机器停机时间 = 290 ms □ 光栅的响应时间 = 30 ms □ 光栅的分辨率 = 20 mm □ 则：

$$T = 290 \text{ ms} + 30 \text{ ms} = 320 \text{ ms} = 0.32 \text{ s} ;$$

$$S = 2000 \text{ mm/s} \times 0.32 \text{ s} + 8 \times (20 \text{ mm} - 14 \text{ mm}) = 688 \text{ mm} ;$$

S > 500 mm, 因此进行下一步；

$$S = 1600 \text{ mm/s} \times 0.32 \text{ s} + 8 \times (20 \text{ mm} - 14 \text{ mm}) = 560 \text{ mm} ;$$

因此，此处举例光栅的最小安全距离 S=560 mm。

- 对于滑块能在行程的任意位置制动停止的压力机，则安全距离参考公式 (1) 计算。

$$S = K \times T + 8 \times (d - 14 \text{ mm}) \quad \dots\dots \text{公式 (1)}$$

- 对于滑块不能在行程的任意位置制动停止的压力机，则安全距离参考公式 (2) 计算。

$$S = K \times T_s + 8 \times (d - 14 \text{ mm}) \quad \dots\dots \text{公式 (2)}$$

公式中

S: 安全距离，单位为毫米 (mm)；

K: 人体或某部分侵入光栅有效区域的速度，单位为毫米每秒 (mm/s)；

T: 设备系统的总制动时间，单位为秒 (s)；

T_s: 从人手离开光栅 (即允许起动的滑块) 至压力机滑块到达下死点的时间 (即滑块的下行行程时间)，单位秒 (s)；TS 值需参考下面公式 (3) 计算或实际测定。

d: 安全光栅的分辨率，单位为毫米 (mm)。

T 值的确定

- 系统总制动时间 T = 安全光栅的响应时间 + 机器的停机时间。
- 安全光栅的响应时间由安全光栅的供方给出。
- 机器的停机时间需要进行实际测量。

计算步骤

1、首先利用下列公式计算 S：

$$\text{先取 } K=2000 \text{ mm/s}, S = 2000 \text{ mm/s} \times T + 8 \times (d - 14 \text{ mm})$$

2、如计算结果 S ≤ 500 mm，则以这一数值作为最小安全距离。

3、如计算结果 S > 500 mm，则需重新计算 S：再取 K=1600 mm/s，S = 1600 mm/s × T + 8 × (d - 14 mm)

4、如重新计算结果 S > 500 mm，则这一数值为最小安全距离。

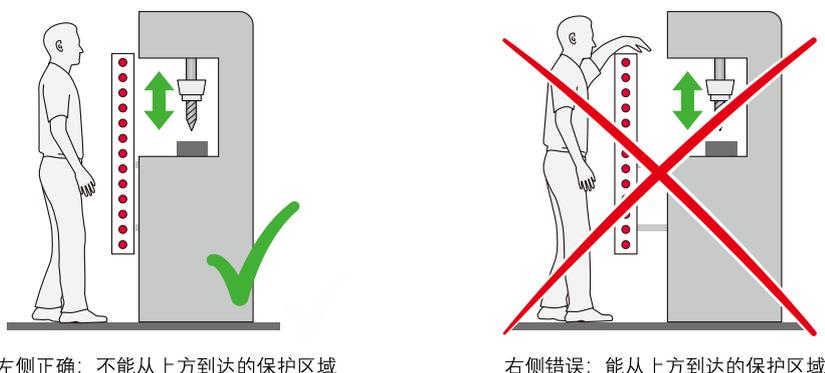
5、如果新计算结果 S ≤ 500 mm，则 500 mm 为最小安全距离。



- 安全距离是确保安全光栅实现保护功能的必要条件之一，必须正确计算安全距离安装时必须确保安全距离！
- 安装时必须确保光栅平面到危险区域的最小距离大于安全距离。当所选安全距离过小时，机器的危险状态将不会结束或不会及时结束。
- 当安全距离超过 400mm 时，有必要采取其他辅助防护措施。

1.2、考虑伸手到上方的情况

根据 ISO 13855, 不允许存在绕行电敏防护设备的可能性。若从垂直保护区域上方到达(触碰)时必须进入危险区域, 则必须确定保护区域高度和电敏防护设备的最小距离。这可以通过对比基于四肢或身体部位可行检测的计算值与通过触碰得出的值加以确定。使用通过该对比得出的较大值。



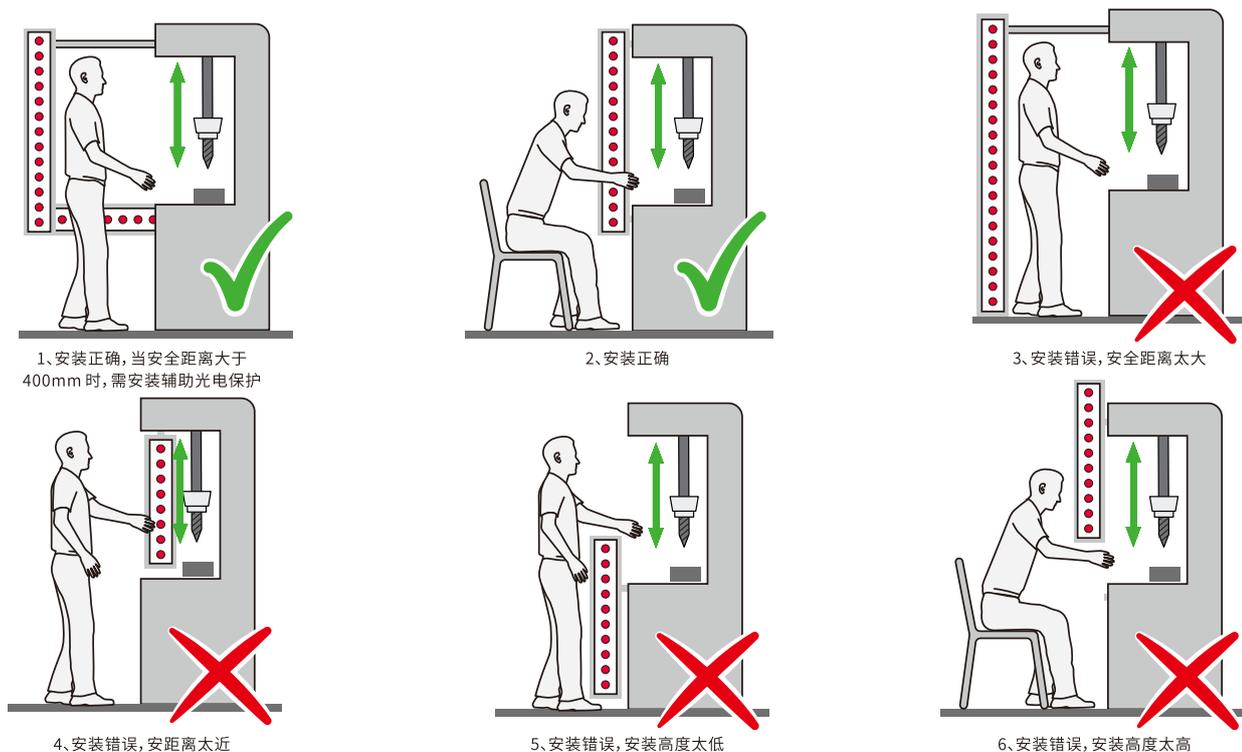
左侧正确: 不能从上方到达的保护区域

右侧错误: 能从上方到达的保护区域

图 1-2 从电敏防护设备上方到达示意图

1.3、安装高度确定

安装高度是指光电保护装置的光栅相对于机床上下模口的位置, 即在保证安全距离的前提下, 光栅的最下一束光不得高于下模口的下边缘, 最上一束光不得低于上模口的上边缘。在其他实际应用场合无相关安全标准要求的条件下, 应确保实现操作人员和危险区域的隔离。当光栅平面与模口前端的水平距离超过 400mm 时, 应加装辅助光栅或防护栏, 以防止操作人员身体进入光栅平面内侧, 如图 1-3 所示, 在不满足 400mm 时, 也可以采取辅助光栅或防护栏等安全措施。



1、安装正确, 当安全距离大于 400mm 时, 需安装辅助光电保护

2、安装正确

3、安装错误, 安全距离太大

4、安装错误, 安距离太小

5、安装错误, 安装高度太低

6、安装错误, 安装高度太高

图 1-3 光栅安装位置示意图

警告

- 使用过程中如果更换模具, 必须按照以上两项要求重新调整安全距离和安装位置。
- 若机床有滑车现象, 必须及时检修调整好机床, 否则, 光电保护装置安装位置正确也无法确保安全(光电保护装置只能控制电控部分, 无法避免滑车、断裂等事故)。
- 安全距离超过 400mm 时, 有必要采取其他辅助防护措施。
- 高度位置是确定光电保护装置实现保护功能的必要条件之一, 安装时必须确保高度位置的正确。
- 安装安全光栅时, 请确保排除从下方、上方和后方绕过安全光栅以及安全光栅移动的可能性。
- 只能将安全光栅安装到符合要求的机器上, 该机器在安全光栅工作时保护区宽度不会改变。

安全知识普及

ESE系列

ELG系列

EB13系列

EB15系列

ESN系列

ESA系列

ESP系列

ELD系列

ESF系列

EFB系列

ESQC系列

ESQS系列

ESCC系列

ESCF系列

ESCL系列

ESCH系列

ESR系列

1.4、相邻安装时的注意事项

当两套或多套光栅装置的安装位置相邻时，光栅装置之间容易产生相互干扰，如图 1-4 所示，系统①发射单元的红外线光可能影响到系统②的接收单元。这可能会干扰系统②的防护功能，这意味着操作人员处于危险之中，因此需参照图安装图 1-5 安装。即在没有挡光隔板的情况下应避免临光栅安装于同一侧，否则发射器发出的光线容易照射到邻近的另一套接收器上。

☞ 为发射器 ☞ 为接收器

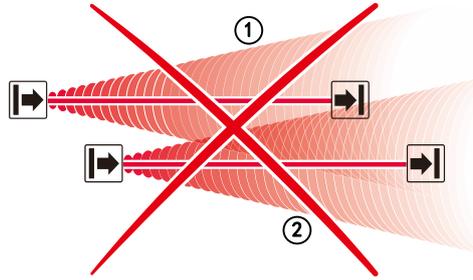


图 1-4 避免系统①和系统②之间相互干扰示意图

安全知识普及

ESE系列

ELG系列

EB13系列

EB15系列

ESN系列

ESA系列

ESP系列

ELD系列

ESF系列

EFB系列

ESQC系列

ESQS系列

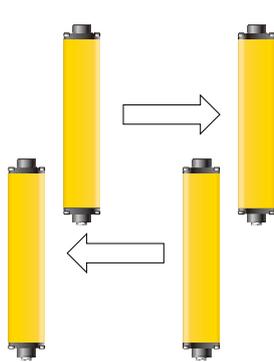
ESCC系列

ESCF系列

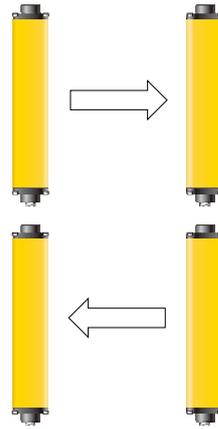
ESCL系列

ESCH系列

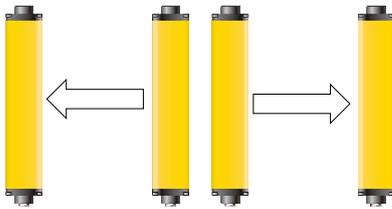
ESR系列



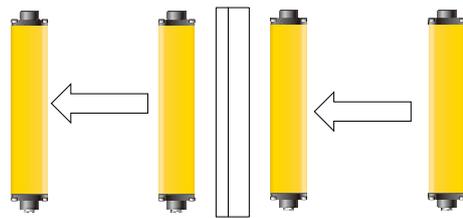
1、使发射器相对，前后放置



2、使发射器相对时，上下放置



3、使发射器相背



4、发射器同向时，应在中间增加隔板

图 1-5 防止光栅与光栅之间相互干扰的安装位置示意图

警告

- 光栅之间的相互干扰，会使其失去正常功能，无法起到保护作用。
- 请根据具体情况，采用正确的安装方式，消除光栅装置之间的干扰，以确保安全。
- 发射器和接收器电缆接口的终端必须指向同一方向，即发射器和接收器不得调转 180° 安装。

1.5、有反射物时的正确安装位置

如果光栅装置的周围有物体上具有光滑反射面,如金属板、地板、天花板、加工件、覆盖物、隔板、玻璃板等,光栅的安装位置距反射面应大于A(m),A的数值可由表格中的公式计算得出,或由坐标图查到。如图8-6所示,这圆锥体有一个孔径角 α ,它形成在光轴与位于圆锥体边缘的光束之间。其中 α =光束的孔径角,L=发射器和接收器之间的距离,且 $L <$ 光栅最远对射距离。

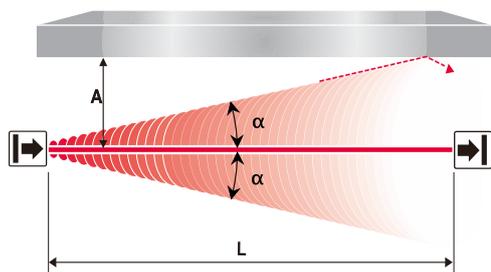


图 1-6 反射物干扰示意图

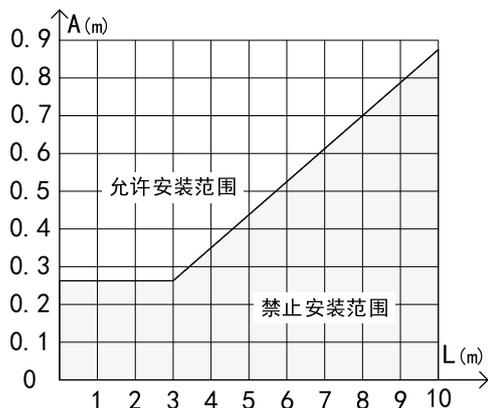


图 1-7 反射物对光栅产生影响的安装位置坐标图

保护长度 L (m)	允许安装距离 A (m)
0.3 至 3m	0.262m
3m 以上	$L \times \tan \alpha = L \times 0.0875$ ($\alpha = 5^\circ$)



警告

- 周围反射物的光滑反射面或散射介质,会改变光栅发出光线的传播方向,导致保护人员或身体部位被绕过因而不被检测到,使安全光栅失去正常功能,无法起到保护作用。(散射介质包括灰尘、雾、烟等)
- 安装安全光栅时,请尽量远离反射物,或将反射物覆盖、遮挡,消除干扰,如降低反光物体的光滑度,或贴上磨砂材料,以确保安全。

安全光栅的调试

2.1、安全光栅的调试

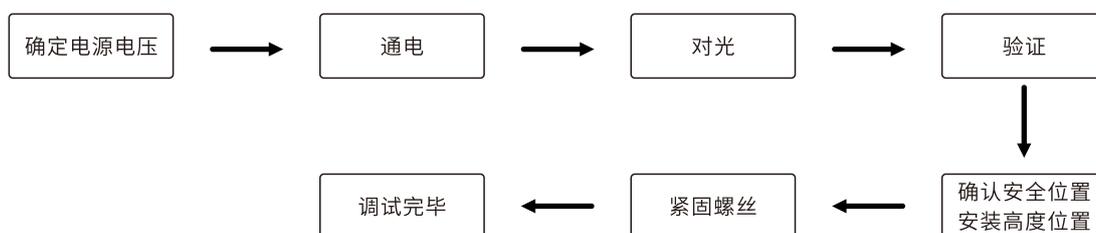


图 2-1 调试流程图

- 1、确认电源电压使用万用表确认电源与铭牌标识电压相符,波动范围不超过 $\pm 20\%$ 。
- 2、通电 将光栅线缆按照接线图与电源正确连接。
- 3、对光 用户根据自己的现场环境,调整发光器与受光器的位置、角度,使受光器灯亮(正常对光时发光器指示灯常亮绿灯)。
- 4、验证 用检测棒遮挡每一束光,确认安全光栅状态正常;查看接收器指示灯,遮光时,红色指示灯亮,绿色指示灯灭;透光时,绿色指示灯亮,红色指示灯灭。
- 5、确认安全距离和安装位置 确保安全光栅能够有效发挥保护作用。
- 6、紧固螺钉 固定安全光栅的安装位置,使之可靠工作。
- 7、调试完毕。



警告

- 安装接线完成后,应做详细检查,确保接线正确,核查无误,方可进行通电调试。
- 线缆插头上的环形螺母需与光电保护装置的插头拧紧,避免线缆插头脱落,否则,会使光栅无法起到保护作用。