

光链路预算

SteamVR™ Tracking

简介

SteamVR™ Tracking 系统定位器发射 830 nm 红外 (IR) 光，作为用于计算定位对象的位置和定位器之间保持光同步的基准信号。同步闪光信号和 X 或 Y 激光扫描信号的红外光源有所不同。同步闪光信号的红外光源为 LED 阵列，而激光扫描信号的红外光源则是激光二极管。SteamVR™ Tracking 系统的工作范围与这些红外光源的发光强度直接相关。出于人眼安全原因，国际标准规定了红外光的激光和灯光源的发光强度上限。尽管红外光源的发光强度可以增大至人眼安全限值从而扩大工作范围，但当前系统的使用范围为固定的 5 米范围。定位器的激光光源能够达到的发光强度要高于 LED 阵列，因此定位器的范围受限于生成同步闪光信号的红外 LED 的发光强度。

定位器 LED 阵形产生的红外光穿过定位器的红外透射前盖，然后穿过定位对象外壳的透射材料，到达定位对象的传感器。定位器的前盖和定位对象的红外透射材料均会导致一定量的红外光损失。损失程度取决于材料的光学特性以及红外光穿过这些材料所采用的路径。

穿过定位对象的外壳材料后，红外光命中传感器光电二极管。要传感器正确地接收基准信号，当传感器受到照射后，光电二极管必须生成足够大的调制电流信号。调制电流信号的大小取决于光电二极管的光谱灵敏度以及光电二极管的调制辐照度。光电二极管的辐照度取决于光电二极管光敏区域相对于红外光源方向的法向夹角。当光电二极管光敏区域的法向向量与红外光源方向之间的角度增大时，命中光电二极管光敏区域的光源辐照通量会减少。

在设计可定位对象时，要了解光链路预算和如何最大程度降低光路中的损失，这一点很重要。降低光路中的损失将直接有助于扩大 SteamVR™ Tracking 系统的工作范围。

定位器发光强度

LED 阵列的发光强度会随相对于 LED 阵列法向向量的夹角而变化。这种不一致性是由于 LED 的方向特性及其它它们在阵列中的相对位置和方位所致。一个典型的定位器的 LED 阵列会在 0°到 60°的角度内生成 5.2 W/sr 到 6.6 W/sr 之间的峰值辐照强度。然后，红外光穿过定位器的前盖材料，在此过程中将衰减一定量的红外光。衰减的红外光数量取决于前盖材料的光学特性、红外光的入射角和材料厚度。通常，当入射角介于 0°到 60°之间时，前盖材料会衰减 7.5 % 到 21 % 的红外光。定位器的典型发光强度为 LED 阵列发光强度和前盖衰减率的乘积，当相对法线的角度在 0°到 60°之间时，其介于 4.1 W/sr 到 6.1 W/sr 之间。

定位对象辐照度

通常，定位对象需要光电二极管提供超过 370 nA 的电流调制，才能可靠接收基准信号。当典型光谱灵敏度为 0.62 A/W 时，命中光电二极管光敏区域的辐照通量必须大于 600 nW，以生成至少 370 nA 的电流。光电二极管光敏区域为 $7\text{E-}6\text{ m}^2$ ，因此命中光电二极管的峰值辐照度必须大于 0.086 W/m^2 。当光电二极管光敏区域的法向向量与光源之间的角度增大时，命中光敏区域的通量将减少。该关系由角度的正切值乘以光敏面积计算得出。在 60°时，需要两倍峰值辐照度，才能保持同等的辐照通量。因此，需要最大限度减小定位对象中的光电二极管法向向量与定位器之间的角度，因为这可增大定位对象的工作范围。

与定位器类似，定位对象传感器的前面也有会导致射入光衰减的红外透射材料。同样，衰减率因入射角的不同而有所不同，且取决于材料的光学特性和厚度。此外，传感器开口孔径以及前盖材料是否会导致红外光散射都会影响衰减率。通常，在 0° 到 60° 的入射角范围内，前盖材料的衰减率在 8 % 到 65 % 之间。要接收基准信号，传感器的最小典型峰值辐照度为传感器所需的峰值辐照度与对象前盖材料衰减率的乘积。因此，当命中传感器的红外光的入射角在 0° 到 60° 之间时，定位对象的峰值辐照度需要在 0.094 W/m^2 到 0.492 W/m^2 之间。

光链路预算

定位器的典型发光强度和定位对象传感器的典型辐照度要求以及工作距离构成了光链路预算。要计算距定位器 5 m 处的辐照度，我们只需从球面度换算为平方米。当相对于定位器前盖的法向向量的角度在 0° 到 60° 之间时，距定位器 5 m 处的典型辐照度介于 0.164 W/m^2 和 0.244 W/m^2 之间。此辐照度足以使定位对象传感器直接指向定位器，但如果传感器法线指向定位器偏离 60° ，则没有足够的通量在光电二极管产生足够大的电流，定位对象传感器也就无法检测到基准信号。

值得庆幸的是，并非所有传感器都需要检测到同步闪光才能与定位对象进行通信，并且在 5 米处与定位器之间的夹角足够小的传感器数目通常够用，能够可靠地检测到同步闪光。对于激光扫描，激光器的发光强度设置得高于 LED 阵列的发光强度，因此，在距定位器 5 米处，当传感器角度最高为 60° 和相对于定位器前盖的法向向量的角度为 60° 时，都能够可靠地检测到激光。