

IMPS 和 IMVS 测试时为什么要光强度进行实时控制

在光电化学实验中对光源强度的精确控制是最至关重要的，它关系到“光学”阻抗测量系统中传输因子的计算，比如有机太阳能电池，太阳能电池（染料敏化太阳能电池，量子点敏化太阳能电池，硅电池，有机硅电池，钙钛矿太阳能电池等等）或是类似的光电响应材料（光解水，光催化）。

关于 IMPS 和 IMVS 实验，传统的技术是已知 LED 的电流和光强的关系，再根据 LED 上电流的大小从而估算出光强来。

让我们把这种技术和 50 年前的恒电位仪所采用的技术做一个比较。那个时候的恒电位仪会施加一个电压并测量响应的电流，这个施加的电压是不检测的但却被假定为非常精确。而现代的恒电位仪不仅要在每一个采样点上测量响应的电流，还要测量施加的电压，这样做的目的是为了确保电流和电压数值的完全真实准确。

由于发光 LED 光源在使用过程中具有以下四种现象，这样在进行 IMPS 和 IMVS 实验时，根据 LED 上电流的大小来估算出光强度的方法对，可能会导致错误或者混乱的测试结果。因为此方法不能实时获得或监测光源强度。

- 1. 非真正线性：**LED 上的电流和光强的关系是非线性的。通常 LED 电流和所产生的光强呈线性关系只是一种美好的假设。现实的情况如图 1 所示：一个典型的 LED 的电流和所产生的光强是远离线性关系的。在这条曲线上仅有一小段近似一条直线，但是这种精度是完全不能接受的。

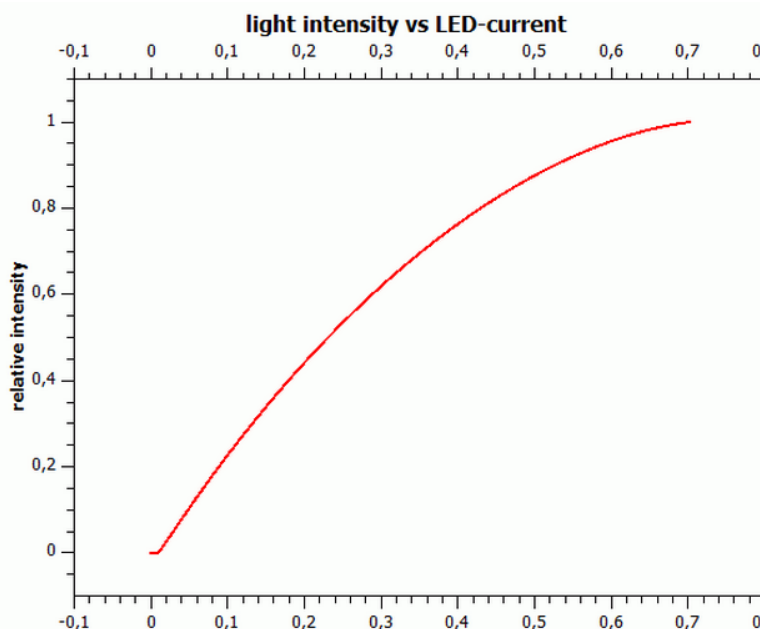


图 1：大功率 LED 光强 vs 电流函数曲线

- 2. 热漂移：**LED 的光强与 LED 芯片的温度之间是一个函数关系，在整个实验过程中这个函数关系自始至终地既不是一个常数，也不是一个与电流呈线性的方程。由于 LED 基片温度的变化速率比通过对环境的热管理（如冷却）来控制 LED 基片温度的变化速率要快的多，因此完全的热稳定理论上是不可能实现的。

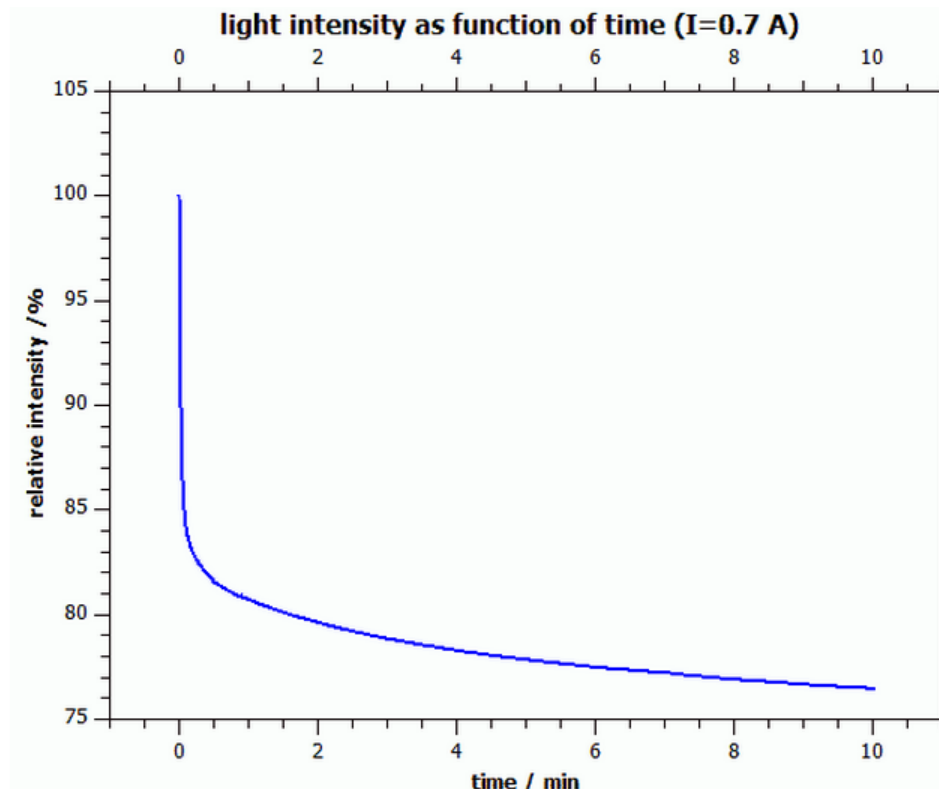


图 2，在恒定的电流下 LED 电流-光强转化效率 vs 时间的函数曲线，可以看出由于内部发热导致效率的衰减。

让我们来用一个例子证实第二个缺陷，电流-光的转化效率对于温度的依赖，见图 2 所示，LED 的效率会随着时间的增加而递减。LED 在大电流下工作的时候会导致基片内部发热，因此尽管电流是不变的，但是光强会随着实验时间的增加发生变化。即使通过热管理进行控温，热漂移也是不可避免的，当然热稳定也就无法保证了。内部的发热性是所有 LED 的固有属性，12K/W 是 LED 的一个经验值，这个值会带来 LED 基片温度的大量上升（比如工作在 2.5W 时温度就会增加 30K）。这种漂移的产生是不能通过任何外部的热管理系统消除的，因为它是发生在 LED 发光晶片和壳（基片）之间的。

3. 标称与真实值的比较及相位角误差：LEDs 在施加电流和开始发光之间的延时是非常短的，这个延时并不是一个常数，而是取决于不同的工作状态。当以交流调制状态发光时这个延时在施加电流和始发光之间就会产生一个相位角偏移，这个相位角偏移在高频时比低频时更大。Zahner 的 CIMPS 技术采用实时地测量光强，所以就不会受到 LED 的电流和光强之间发生相位角偏移的影响。

4. 老化效应：任何 LED 的电流效率，比如通过 LED 的电流和所产生的光强之间的关系会由于老化效应而随着时间发生改变。这个因素也必须被考虑在内。对于短波长的 LED 来说这种老化效应尤其明显。

以上的这些对这些现象的讨论清晰地表明，根据 LED 上的电流根本不能准确地估算出实际光强。Zahner 公司采用独特的实时监测和快速反馈控制技术来解决上面这些不可避免的问题，保证了 IMPS/IMVS 测试过程中光强度的准确性。

Zahner 公司的 **Controlled IMPS/IMVS (CIMPS/CIMVS)** 通过直接和连续地对光强的控制克服了以上所有的缺陷。用一个可溯源校准的传感器，通过一个与 Zahner PP212 兼容的专用的变送器进行实时快速反馈就可以主动地控制和测试光强（如图 3 所示）。

自动的安全保护电路保证了 LED 在反馈传感器没有连接或是被意外被遮挡时不会出现电流过载。CIMPS 技术的软件支持方面不仅包括可以以 W/m^2 为单位直接设置光强还可以实时地监测读取实际光强。

在没有主动反馈的情况下，由于使用的是一套简易的 IMPS/IMVS 系统，为得到相对稳定的光强就需要增加预热时间，这不仅仅会延长测试时间，还会大大缩短特别是 UV 波长的 LED 的寿命。

CIMPS 技术就无需考虑 LED 的效率对时间/温度的依赖性，而通过 **Zahner CIMPS** 主动的快速反馈控制，就可以避免这些过长预热时间，从而延长了 LED 的使用寿命。

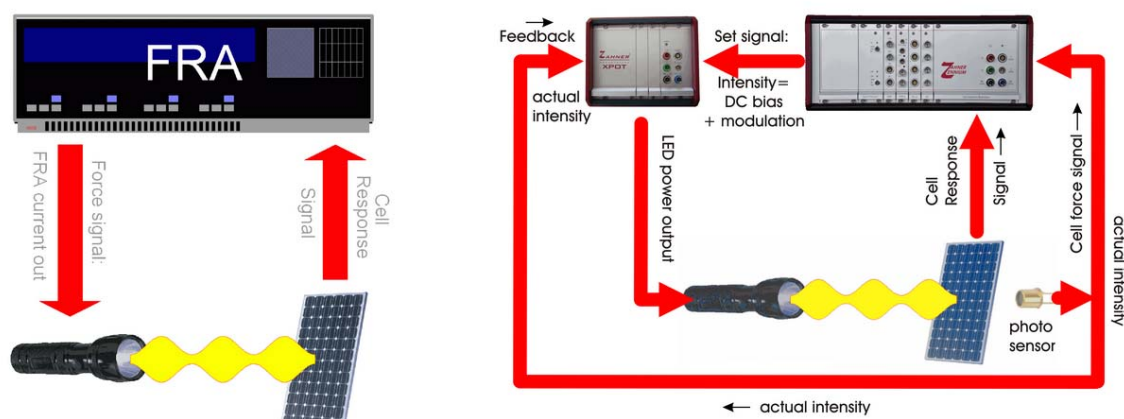


图 3：应用于太阳能电池测试的传统的 IMPS 实验装置图（左侧）和 CIMPS 原理图（右侧）。在 CIMPS 装置里，有一个用来进行反馈循环控制光强的光电二极管检测器，它被安放在了光电化学池的位置，可以确保所设置的直流与交流叠加的光强的精准。

高可靠性和精度

CIMPS

总而言之，**Zahner** 公司的 **CIMPS** 技术是采用一个用于进行主动反馈控制的专用传感器，就好像一个电化学实验里的参比电极。如果没有光强的主动反馈控制，比如直接用 LED 的电流估算光强，你就不得不接受一个非常差的可靠性和非常低的实验结果。而 **Zahner** 的 **CIMPS** 克服了以上所有的缺陷并且能让您得到最好的实验结果。

