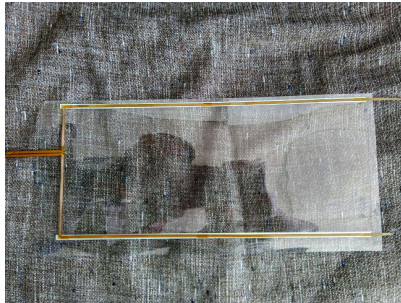


透明电热膜和绕线透明电热片的比较

加热玻璃板，测试室窗口或 LCD 显示屏会带来困难的设计问题。带有硅橡胶或 Kapton 绝缘材料的柔性加热器会挡住光线，从而无法查看材料。仅使用较大的墨盒式加热器或不透明的平面加热器在边缘进行加热，可能无法提供足够的热量来加热整个表面，或者可能导致温度梯度降低，会使玻璃破裂。该解决方案是一种透明的加热元件，可以向整个表面提供热量。



通常使用两种类型的透明加热器。第一种结构是在聚酯片上沉积一层非常薄的氧化铟锡 (ITO) 金属膜。该膜通常对可见光透明，并具有在通电时会发热的电阻。

第二种类型的加热器是由一根直径较小的电阻丝构造而成的，该电阻丝通常以直径约 25μ (0.001 英寸) 的形式铺设在两片聚酯之间。圣柏林这种结构的商品名称是透明加热器。

这些类型中的每一个都有不同的功能，优点和局限性。本应用程序讨论了选择透明加热元件时的区别和注意事项。

为什么要加热 LCD 显示器？

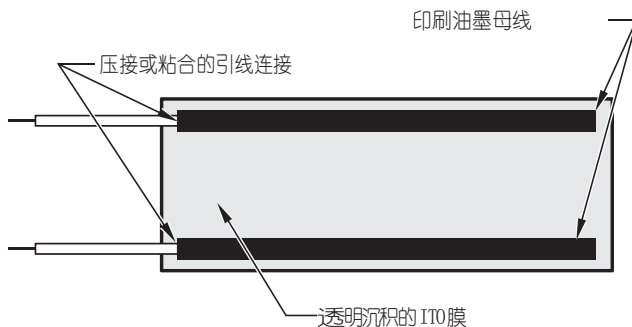
LCD 显示器的响应速度随温度下降而降低。许多制造商将其 LCD 显示器的最低工作温度定为 0°C (32°F)。低于额定温度，显示屏可能只会非常缓慢地反应，或者可能显示无意义的字符。

仪器和机械中的 LCD 显示屏可能是

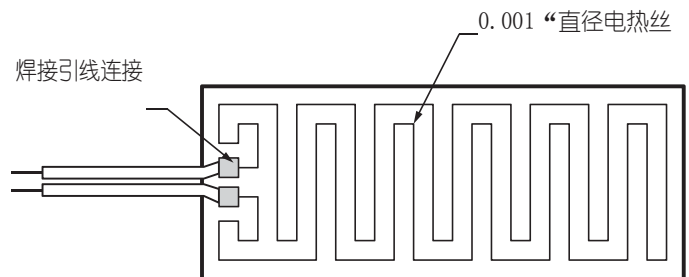
暴露在极端温度下。测试和维护设备通常在严寒的冬季户外使用。数据记录仪或条形码扫描仪可用于工业冷冻柜。这些情况需要在 -40°C 或更低的温度下运行时快速显示。

使设备在低温下工作的解决方案是加热显示器。可以将具有不透明绝缘层的线状或蚀刻元件加热器粘合到 LCD 上，但是如果显示器具有电致发光，LED 或荧光背光，则加热器必须允许光线透射。

透明薄膜 ITO 加热器

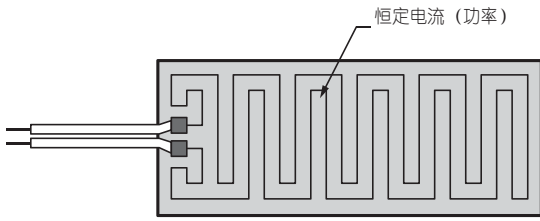


圣柏林透明加热器



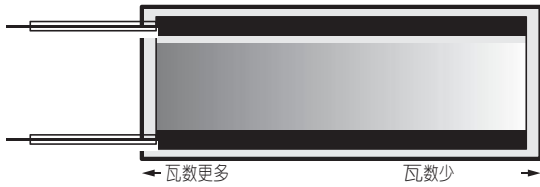
瓦特密度

线绕热清除加热器在整个加热器区域内提供均匀的瓦特密度（热通量）。



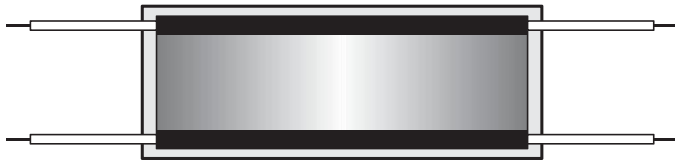
由于电流沿电阻最小的路径传播，因此 ITO 加热器中的功率密度随距电源连接点的距离而降低。这是由于沿母线长度的电压降。

加热曲线如下所示，深色阴影表示较高的功率密度：



通过减小汇流条中的电阻，可以将这种影响最小化。一种方法是加宽母线。然而，这增加了加热器的非加热区域并减小了观看面积。

第二种方法是在母线的两端连接导线以有效地将电阻减小一半：



电阻公差

透明加热器电阻的容差始于标准为 $\pm 10\%$ ，可降低到 $\pm 2\%$ 。

ITO 加热器的电阻公差为 $\pm 20\text{--}25\%$ ，无法拧紧。公差取决于极薄的 ITO 涂层的均匀性。即使最小的厚度变化也将对电阻产生实质性影响。由于这种差异，大多数 ITO 供应商都指定了 $\pm 20\%$ 。在制造过程中也会发生电阻变化，因此最终产品必须具有更大的公差。如果设备由电池供电，+25% 的电阻可能无法提供足够的热量，并且 -25% 会缩短电池寿命。

电阻重复性/稳定性

重复性表明在相同温度下电阻读数的稳定性。稳定性是没有长期转移。

一些 ITO 加热器用户发现电阻会随着时间的推移而变化，甚至在不同周期之间也会发生变化。电阻不稳定会导致发热和功率消耗不稳定。

绕线式热清除加热器的重复性/稳定性类似于绕线式电阻温度计。普通工业模型在正常使用中每年将漂移少于 0.1%。

电气连接

透明加热器将所有电气连接焊接在一起，以确保可靠的连接。

ITO 加热器汇流条由非常薄的导电油墨丝网印刷层制成。引脚或连接线的端接是通过将材料机械压接在一起或将端子粘合到导电油墨上来完成的。

导电元素

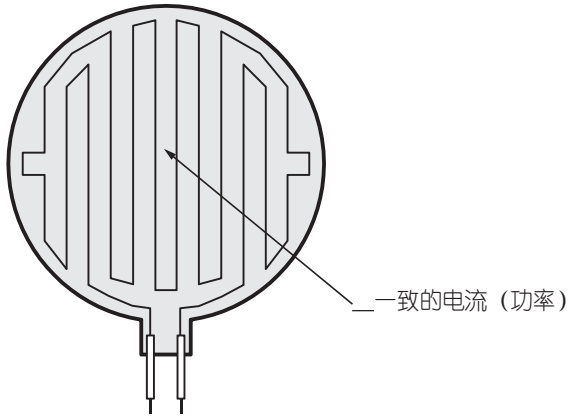
透明加热器由细金属丝组成。为了达到所需的设计电阻密度，可以使用不同的电线尺寸，材料和间距。由于细丝覆盖了整个加热器区域的很小一部分，因此对光传输的影响最小。

ITO 加热器由非常薄的 ITO 层组成。为了获得较低的电阻，需要更厚的 ITO 层。这样可以将透光率降低到 75% 以下。具有很高电阻的 ITO 加热器是最清晰的。许多透明加热器应用都是由电池供电的，并且需要非常低的电阻加热面积，从而导致较低的透光率。

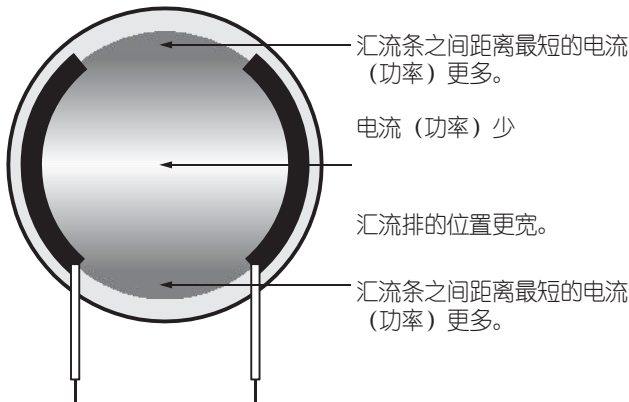
由于 ITO 层非常薄（典型值为 1000\AA ），所以最轻微的刮擦会导致较小的破裂。即使用静电刷轻轻扫一下以清洁灰尘表面，也会使涂层破裂。电流聚集在 ITO 涂层中任何断裂的边缘，从而导致热点。一旦启动，该热点将在加热器上传播，直到电路断开。

加热器形状

透明加热器可以设计成具有均匀瓦特密度的任何形状。

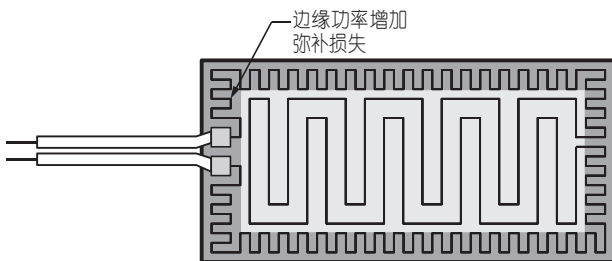


ITO 加热器中的瓦特密度变得更低
与非矩形加热器或不平行的母线一致。改变母线之间的距离将改变功率分布。再次，下图显示了更高的功率，因为阴影更暗。



功率密度变化

透明加热器的独特选择是能够在需要的地方精确地设计加热器以提供额外的功率。例如，LCD 经常在安装支架像散热器一样作用的边缘周围散发更多的热量。通过改变导线图案内的距离，可以在边缘上施加足够多的额外热量以进行补偿。这通常被称为“分析”功率密度。结果是整个表面的最佳温度，而不会增加多余的热量。

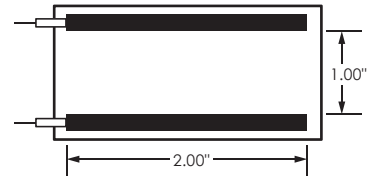


抵抗性

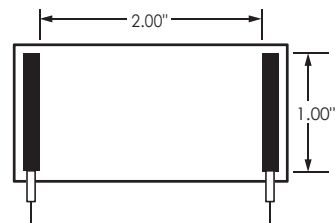
可以通过调节单线材料和/或单线的直径来将热清除加热器设计为任意电阻。

ITO 加热器电阻基于涂层的基础电阻和加热器的形状（而不是尺寸）。

$$\text{阻力} = \frac{(\text{母线之间的距离}) \times (\text{电阻率})}{(\text{母线长度})}$$

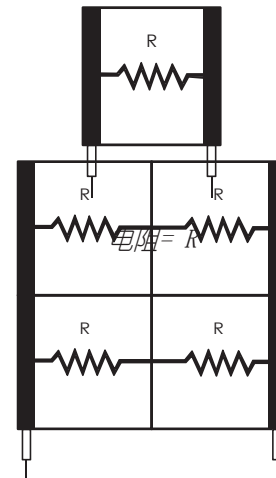


$$\text{阻力} = \frac{(1 \text{ 英寸}) \times (60 \text{ Q})}{(2 \text{ 英寸})} = 30 \text{ Q}$$



$$\text{阻力} = \frac{(2 \text{ 英寸}) \times (60 \text{ Q})}{(1 \text{ 英寸})} = 120 \text{ Q}$$

例如，假设您的 ITO 涂层具有电阻率为 60 Q /平方。一个 1" X 1"加热器将具有 60Q。一个 2" X 2"加热器将具有 60Q。考虑每个 1"平方作为电阻 = R 的电阻，并对串联/并联电阻电路使用基尔霍夫电流定律：



$$\frac{1}{\text{抵抗力}} = \frac{1}{R+R} + \frac{1}{R+R} = \frac{2}{2R} = \frac{1}{R}$$

电阻 = R

圣柏林的线绕透明加热器与典型 ITO 加热器的比较

特性	圣柏林透明加热器	ITO 薄膜加热器
透光率	极好 (> 82%的可见光)。	良好 (高达 75%的可见光, 对于电阻极低的薄膜则更少)。
透明区域	透光边缘到边缘。导线附件可以位于查看区域之外的外部选项卡上。	汇流排侵入查看区域。在外部接线片上放置电源连接会增加母线区域的功率损耗。
轻度障碍	小直径电热丝可能会在显示器上产生可见的阴影。	整个可见区域始终如一的清晰度-没有阴影或光线干扰。
电阻公差	标准为±10%，更高成本为±2%。	±20 至 25%。
电阻范围	任何值至 3000 Q /in ² (下限可能取决于所使用的电线)。	通常 2 至 4 个选项在 5 至 100 Q /平方范围内可用。
轮廓形状	任何二维形状都是可能的。	矩形仅可确保最一致的功率密度。
功率均匀度	输出功率与加热器两端的电阻密度成正比。	由于母线电阻, 功率随与电源连接点的距离而减小。
功率分析以补偿边缘损耗	可在任何加热器形状内进行受控且可重复的功率密度分析。	没有电源配置文件。
最大功率密度	高达 10 瓦/英寸 ² 的快速预热; 典型的应用需要 1 瓦/英寸 ² 的温度来维持温度。	大于 2-3 瓦/英寸 ² 可能会损坏。
最高额定温度	最高 120°C。	最高 100°C。
导线连接	焊接连接具有应力消除功能, 可实现最大强度。	机械压接或环氧粘合的电线。
集成传感器选项	可以使用点传感器或平面平均 RTD 传感器。	仅点传感器。
控制选项	使用带电子控制的传感器或圣柏林的圣柏林无传感器控制器。Heaterstat 可以与特定的加热器匹配校准, 以实现最佳控制。	使用带电子控制的传感器。

透明透明加热器

圣柏林有标准型号的透明加热器库存, 可立即交付。对于您的特殊要求, 我们经验丰富的销售和工程团队可以设计一个定制模型以精确适合您的设计。

我们可以纳入设计选项, 例如将加热器连接到电子设备的柔性引线, 集成的 RTD 或热敏电阻温度传感器, 以及独特的尺寸或形状要求。

索取 FC-6978 公告以获取有关标准和定制设计的热清除加热器的完整信息。

圣柏林无传感器温度控制器

圣柏林可与任何热清除加热器配合使用, 并在节省功率的同时为您精确控制加热器温度。它可以在 7.5 至 60 VDC 时调节高达 3A 的电流。CT198 非常适合空间, 重量和能量都非常宝贵的电池供电或车辆应用。电路板安装的引脚是可选的。

FC-6987 不需要温度传感器。它直接从圣柏林加热器的元件读取温度。FC-6897 以固定的时间间隔向加热器供电以获取读数, 并仅在温度降至设定值以下时才全开。然后保持开启状态, 直到加热器温度恢复到设定点为止。