

无隐患半导体电路的设计



美国中央半导体公司创始人兼首席执行官 Jack Radgowski

每一件产品都有一位购买者或潜在客户，但每一位客户却同时拥有若干供应商可供选择，后者都渴望得到这笔生意。供应商之间的差别，并不在于你认为自己的产品有多好，因为只要客户不高兴，或者对你的产品设计有些许不满，客户都有可能一去不复返。如果你自认为客户不可能另选他人，那么你需要重新审视这个问题。

你的电路未被采用或遭停用，原因可能有很多种，但总体而言，不外乎客户对于产品品质、可靠性、价格以及服务等需求没有得到满足。满足这些需求有助于提升客户满意度，从而最大限度地争取到再次合作的机会。而选择能够满足客户需求的元器件，将大幅提高产品的性能，进而增加重获订单的胜算。简而言之，你的目标是尽一切可能，让客户的产品成为业界翘楚。

能让客户感到满意的事项林林总总，至关重要的一点，则是确保产品在其使用寿命周期内“零故障”运行。倘若在使用中出现故障，而故障归结于你的产品质量存在问题，这不仅会让公司名誉扫地，更会让客户对你避之不及。

Failure Rate Calculation

FAILURE RATE AT T_{ACCELERATED} = $\frac{Cb^2 \text{ SQUARED VALUE}}{2 \text{ (NO. OF UNITS) (NO. OF HOURS)}}$

FAILURE RATE AT T_{OPERATING} = $\frac{\text{FAILURE RATE AT T}_{ACCELERATED}}{\text{ACCELERATION FACTOR}}$

图1 故障率计算

你必须确保在设计和生产过程中，使用高品质、高可靠性的元器件，千万不要采用那些来路不明的元器件。在这

方面节省，其实并不划算。一个有瑕疵的元器件，造成一件不合格产品，很可能对公司声誉造成永久损害，导致客户和业务流失。再次强调，你的目标是尽一切可能，提高客户产品品质。

一个电路所采用的元件中，最关键而最容易设计错误或被误用的，往往是半导体元器件。在接到的客户投诉中，九成以上源于元器件的误用——往往是超过一个或者多个电气参数所允许的最大值。半导体元器件运作正常时，功效惊人，但元器件必须在额定值范围内操作。根据我们的经验，防止半导体过度损耗，设计方面需要考虑的、最重要的因素有三项：预防可能造成的电压过大，或电流尖峰，以及交界处（Tj）过热。尖峰可能是外部源头反馈或元器件之间的不良互动引起的。

对可靠性严格标准单一PPM值的考量是非常重要的。这一级别的考量，需要对大量同一系列产品进行以百万小时计的持续寿命试验，才有可能得到结果，以保持最小的故障率。

高性能的元器件，取材于高品质的晶圆，并且通过日积月累不断完善设计和应用于终端产品的整个寿命周期内，芯片的电气特性保持恒久不变。

半导体参数列出了典型电气特性以及极限和最大额定值。电路设计者必须确定半导体元器件的电压、电流和温度不超过最大额定值。任何电路元器件不良互动或外来作用都可能引起过高的

电压或电流尖峰，造成穿孔和交界点融化。结温（Tj）过热往往是由于考虑不当，限定热阻值应用不正确所导致。

有大量文献阐述热阻及其重要性和具体应用，但基本上，要把结温问题保持到最低限度，必须正确掌握元器件的散热和环境温度控制。概括来说，半导体结点与周围环境的热路径必须有足够的导电性，以确保不超过最高结温值。热阻最大额定值是在测试实验中得出的，对设计师而言，充其量只能作为

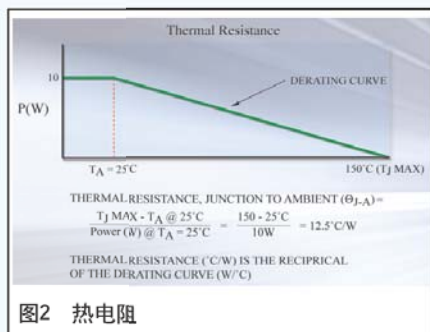


图2 热电阻

大致的参考指南而已。这个额定值是半导体制造商提供的、在特定的焊接条件下的参考值，未必与客户的焊接条件一致。这个额定值往往被拿来比较不同生产商的产品，但实际上，这种比较必须在相同的材料、相同测试环境才有效。

总而言之，成功设计电路的半导体元器件，斟酌元器件电压、电流、功率和温度的额定值，合理预留安全边界，同时充分考虑其他组件的不良互动，以及外在因素可能导致的故障。要从可靠的制造商或信誉良好的授权分销商那里采购半导体元器件，从而避免使用假冒或来路不明的劣质元器件的风险。 EPC