

## ICS 降额曲线测试 应用指南

编制人 文芑子

日期: 2024 年 12 月 23 日

## 简介

集成式电流传感器(下称 ICS)不仅精度高、稳定性强和可靠性好,还具有小型化、低功耗和易于集成等优点,在近二十年的时间得到快速发展,被广泛应用于电力、汽车、工业自动化等领域,成为这些领域不可或缺的重要组件。

了解 ICS 的降额曲线有助于我们更好地设计和使用 ICS,对 ICS 的持续电流进行合理的控制,提高工作效率与安全性。本文论证了为保持 ICS 在结温度以内所处环境温度与可持续通电电流的关系,列举了 Matrixsens 的 ICS 系列产品测试数据。

## 1. 环境温度与持续电流的关系

芯片在工作状态持续通一定电流时,由环境温度  $T_A$  升高到当前芯片温度  $T$  的热量  $Q$  的计算公式可以表示为:

$$\begin{aligned} Q &= cm\Delta T \\ &= cm(T - T_A) \end{aligned} \quad (a)$$

(a)中,  $c$  为芯片的比热容,  $m$  为芯片的质量。

由热量守恒可知,

$$\begin{aligned} Q &= \Delta U + W \\ &= I^2 R t - kA(\Delta T / \Delta x)t \end{aligned} \quad (b)$$

(b)中,  $\Delta U$  为芯片做功产生的内能,  $W$  为芯片流失到环境中的热量,  $k$  为芯片热导率,  $A$  为热量传递的横截面积,  $\Delta x$  为热量传递方向上的材料厚度,  $\Delta T$  为芯片与环境的温度差。

芯片流失的热量对环境温度产生的影响很小,为了简化公式可忽略不计,认为环境温度仅可被外界条件干预。

由(a)、(b)可得,

$$cm(T - T_A) = I^2 R t - kA(\Delta T / \Delta x)t \quad (c)$$

当环境温度和通电电流大小一定,随着通电时间的延长,芯片温度升高,  $W$  逐渐减小,直到通电时间为  $t_l$  时,

$$I^2 R = kA(\Delta T / \Delta x) \quad (d)$$

此后,芯片温度保持不变,即  $Q$  为定值。由于  $k$ 、 $A$ 、 $\Delta x$ 、 $R$  均为定值,  $I^2$  与  $\Delta T$  呈反比,  $I$  与  $T_A$  具有反向相关性。

由上述推论可知,环境温度升高,使芯片保持在结温度  $T_{Jmax}$  以下的最大允许持续电流会逐渐下降,由此可绘制出以环境温度为横轴、最大允许持续通电电流为纵

轴的降额曲线。

## 2. 降额曲线的测试方法

根据 Matrixsens 的 ICS 系列产品规格书提供的参数标准,ICS 的工作温度范围为  $-40^\circ\text{C}$ ~ $125^\circ\text{C}$ 。认定读取的芯片内部寄存器温度超过结温度  $150^\circ\text{C}$  时,芯片可能出现损坏,因此需要控制长时间通电流时芯片温度低于  $150^\circ\text{C}$ 。

在实际测试中,通过高低温试验箱模拟芯片处于不同环境温度的情况。以规格书中的各型号最大量程电流为初始值,测试在  $-40^\circ\text{C}$ ~ $125^\circ\text{C}$  下,芯片可承受的长时间通电电流大小。

降额曲线通常仅适用于对应型号的 ICS,因此在选择和使用时应仔细核对传感器的型号和规格。由于测试误差以及测量范围较小,实际测得的降额曲线与理论存在一定差距。

## 3. ICS 降额曲线

## 3.1 GC182 降额曲线

在  $-40^\circ\text{C}$ ~ $35^\circ\text{C}$  时,GC1868 的允许持续通电电流保持在最大量程 50A。之后随着温度的升高,允许持续电流开始下降。当环境温度为  $125^\circ\text{C}$  时,允许持续电流为 100A。

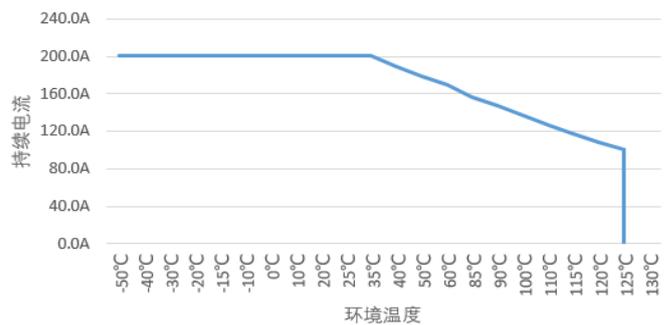


图 1 GC182 降额曲线

## 3.2 GC186 降额曲线

GC186 可在  $-40^\circ\text{C}$ ~ $110^\circ\text{C}$  的环境温度下长时间通最大量程电流 30A,之后随温度升高而下降,到  $125^\circ\text{C}$  时最大允许持续通电电流在 20A 以上。

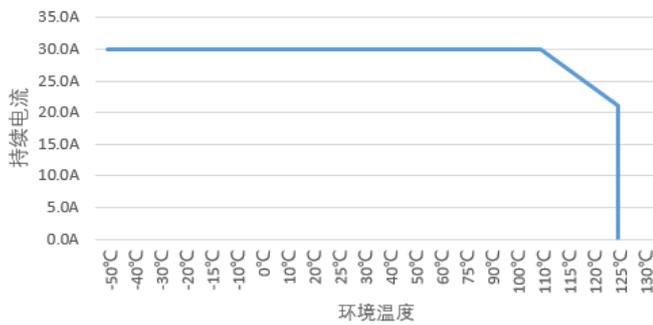


图2 GC186 降额曲线

### 3.3 GC1860 降额曲线

GC1860 在-40°C~10°C下允许持续运行最大量程电流 100A, 在常温 25°C时为 93A, 到 125°C时降低为 45A。

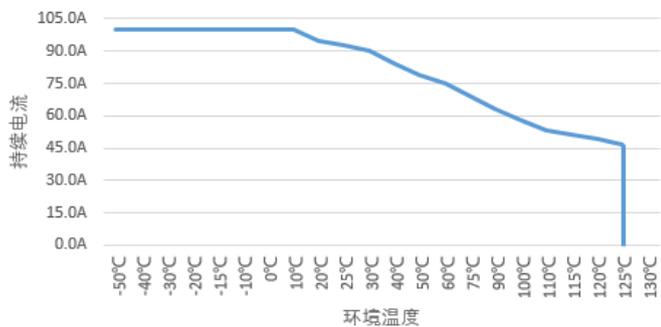


图3 GC1860 降额曲线

### 3.4 GC1866 降额曲线

GC1866 在环境温度为-40°C~40°C时，允许持续的最大电流与最大量程一致，为 65A。环境温度升高到 125°C时，允许持续电流下降到 30A。

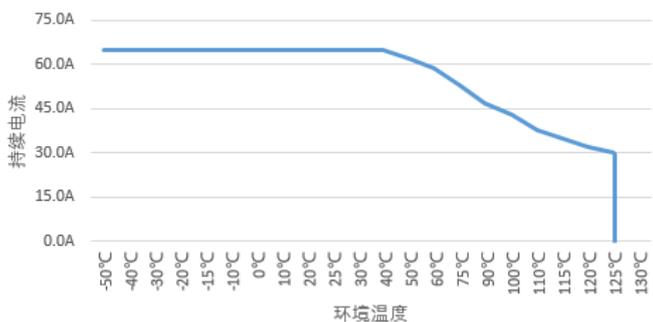


图4 GC1866 降额曲线

### 3.5 GC1868 降额曲线

当环境温度为-40°C~85°C时，GC1868 的允许最大持续通电电流稳定在 50A。从 85°C上升到 125°C时，允许持续电流逐渐下降，在 125°C时下降到 34A。

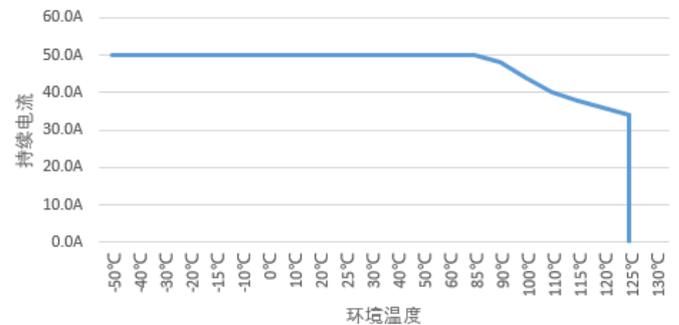


图5 GC1868 降额曲线

## 4. 总结

通过降额曲线测试，我们可以了解 ICS 在高温环境中的性能限制。系统在何种条件下需要降低其工作负载，以避免过热、损坏或性能下降。在电子产品的设计和选型阶段，工程师可以根据降额曲线来选择合适的元器件，确保其在预期的环境温度下能够稳定工作，同时避免过度降额导致的成本增加。

随着 ICS 的应用越来越广泛，行业对 ICS 可靠性要求逐步提高，后续可能会需要使用到结温度更低的降额曲线，可参照本文内容进行测试。

# 重要声明和免责声明

本文件中所述的产品应用信息及其他类似内容，可能会被更新内容所替代，Matrixsens 对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保，包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适销性或特定用途的适用性的声明或担保。

本应用手册可供专业技术人员采用 Matrixsens 产品进行选型应用。您将对以下行为独自承担全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 Matrixsens 产品；(2) 设计、验证并测试您的应用；(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保或其他要求。本应用手册如有变更，恕不另行通知。Matrixsens 对您使用本应用手册的授权仅限于开发资源所涉及 Matrixsens 产品的相关应用。除此之外不得复制或展示本应用手册，也不提供其它 Matrixsens 或任何第三方的知识产权授权许可。如因使用本应用手册而产生任何索赔、赔偿、成本、损失及债务等，Matrixsens 对此概不负责，并且您须赔偿由此对 Matrixsens 及其代表造成的损失。