

预测 NVRAM 和串行 RTC 的电池寿命
和数据保存期限

前言

作为一个处理器或微控制器的主存储器使用时，标准 SRAM 器件具备比 EEPROM 和 Flash 存储器写入速度更高的优势。其缺点在于它们是易失性的，一旦断开电源就会丢失内容（无论是由于关机长时间断电，还是由于意外故障或断电）。

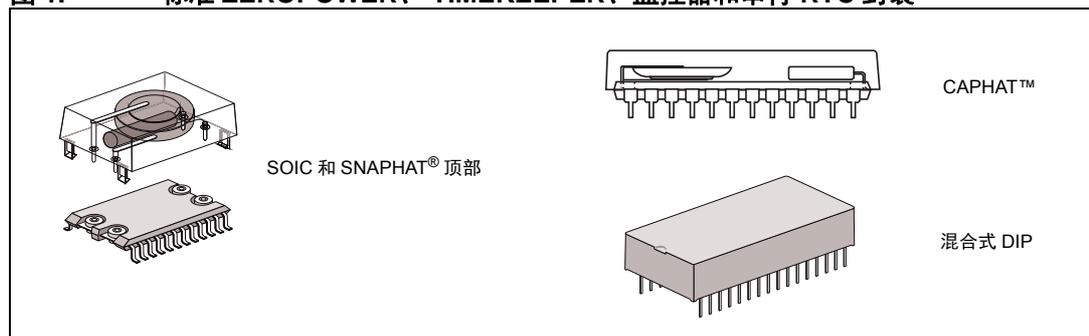
意法半导体制造了一系列非易失性 SRAM（NVRAM）（名为 ZEROPOWER[®] 或 TIMEKEEPER[®] NVRAM）、监控器和串行 RTC，提供了两全其美的解决方案：既是一种像 EEPROM 一样的非易失性存储设备，还具备 SRAM 的高速访问。这些器件由低功耗 CMOS SRAM 阵列组成，配备小型长寿命锂电池（TIMEKEEPER 还具有高精度的石英晶体）。当外部电源处于规定范围时，这种存储器的性能表现与标准 SRAM 类似；但一旦外部电源超出公差范围，SRAM 将变为写保护，其内容通过由内部电池供给的涓流电流来保存。

不同于数据内容可保存 10 年（通常会更长）的 EEPROM，NVRAM 的内容只能在内部电池的电流足以维持阵列时保存。本文件概括了涉及电池寿命预测的各种因素，以及在这些条件下数据的保存。

许多 ZEROPOWER、TIMEKEEPER、监控器和串行 RTC 器件封装在一个 600 mil DIP CAPHAT[™]、一个混合式 DIP，或一个 330 mil SOIC SNAPHAT[®] 中。SNAPHAT（如图 1 所示）具有一个可拆卸的顶部，包括长寿命锂电池，对于 TIMEKEEPER，还包括一个高精度晶体。

意法半导体已经销售了数百万 SNAPHAT，在各类应用中得到广泛的使用。从基于 PC 的系统到高端工作站、电信、消费和汽车应用，这些产品都为电子行业提供了高可靠性的数据存储。

图 1. 标准 ZEROPOWER、TIMEKEEPER、监控器和串行 RTC 封装



目录

1	工艺技术	6
2	电池技术	7
3	备用电池电流 - 预测数据保存时间	8
3.1	存储寿命	8
3.2	计算存储寿命	9
3.3	容量消耗	10
3.4	计算容量消耗	10
4	4T 单元器件	11
5	TIMEKEEPER 产品	12
5.1	TIMEKEEPER® 寄存器映射	13
5.2	TIMEKEEPER® 的进化	14
5.2.1	M48T02 和 M48T12	14
5.2.2	M48T08 和 M48T18	15
5.2.3	M48T58	16
5.2.4	M48T35 和 M48T37V/Y	17
6	监控器产品	19
7	选择 SRAM	20
8	工业级温度器件	22
9	U.L. 认证和回收	23
10	总结	24
附录 A	产品数据	25
附录 B	ZEROPOWER 产品	26
附录 C	TIMEKEEPER® 产品	28

附录 D	串行 RTC 产品	30
11	版本历史	32

表格索引

表 1.	ZEROPOWER 和 TIMEKEEPER® 产品类别	6
表 2.	典型 TIMEKEEPER (M48T37V/Y) 寄存器映射	13
表 3.	用于 TIMEKEEPER 器件的典型 I _{BAT} 电流	13
表 4.	SNAPHAT 产品编号	18
表 5.	M40Z300W (120mAh SNAPHAT) 的数据保存寿命与 SRAM 类型的关系	20
表 6.	M48T201V/Y (120 mAh SNAPHAT) 的数据保存寿命与 SRAM 类型的关系	21
表 7.	ZEROPOWER® 和 TIMEKEEPER® 器件的数据	25
表 8.	混合式 / 模块器件的数据 (V _{CC} 占空比 = 0%)	25
表 9.	M48Z02/12 器件的数据 (仅 CAPHAT™ - BR1225, 48 mAh 提供)	26
表 10.	M48Z08/18、M48Z58 和 M48Z58Y 器件的数据	26
表 11.	M48Z35/Y/AV 器件的数据	27
表 12.	M48T02/12 器件的数据 (仅 CAPHAT™ - BR1632, 120 mAh 提供)	28
表 13.	M48T08/Y/18 和 M48T58/Y 器件的数据	28
表 14.	M48T35/Y/AV 和 M48T37V/Y 器件的数据	29
表 15.	数据来自 M41T56/94、M41ST85W、M41ST87W/Y 和 M41ST95W, 包括 温度 (MH6) 器件	30
表 16.	M41T00/S、M41T11 和 M41T81/S 工业温度 (MH6) 器件的数据	31
表 17.	文档版本历史	32
表 18.	中文文档版本历史	32

图片目录

图 1.	标准 ZEROPOWER、TIMEKEEPER、监控器和串行 RTC 封装.....	1
图 2.	四晶体管 (4T) SRAM 单元	6
图 3.	(A) BR1225 放电率和 (B) BR1632 放电率	7
图 4.	预测电池存储寿命与温度的关系	9
图 5.	TIMEKEEPER [®] 器件的框图	12
图 6.	M48T02/12 数据保存寿命与温度的关系 (120 mAh, 100% 备用电池供电)	14
图 7.	M48T08/18 的数据保存寿命与温度的关系 (120 mAh, 100% 备用电池供电)	15
图 8.	M48T58 数据保存寿命与温度的关系 (48 mAh, 100% 备用电池供电)	16
图 9.	M48T58 数据保存寿命与温度的关系 (120 mAh, 100% 备用电池供电)	16
图 10.	M48T35/37V/37Y 的数据保存寿命与温度的关系 (48 mAh, 100% 备用电池供电)	17
图 11.	M48T35/37V/37Y 的数据保存寿命与温度的关系 (120 mAh, 100% 备用电池供电) ...	17

2 电池技术

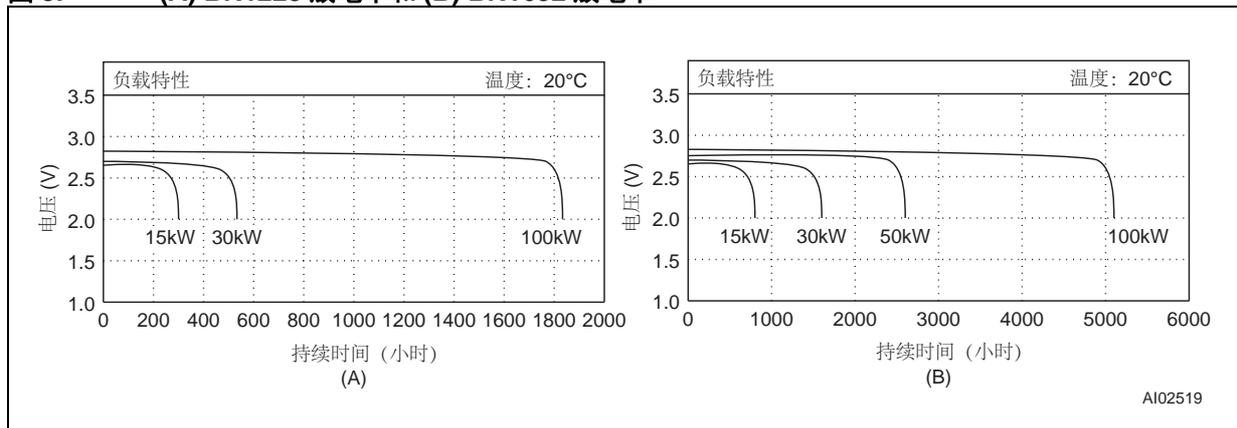
意法半导体采用 BR1225 和 BR1632 锂纽扣电池。这些电池的容量分别为 48 mAh 和 120 mAh。其成分具有无毒无腐蚀性特点，并且在放电之前、之中和之后均可保持化学和热稳定。这些特点使得它们非常适合用于电气元件。

它们含有被压成预定重量和高度的薄片的固体碳阴极。阳极则采用高纯度锂金属。电解液主要是有机溶剂，而不是大多数常规电池中的腐蚀性碱性或酸性溶液。这大大减少了内部感应导致电池泄漏的可能性，并且减少了外部感应导致电池渗漏时的不良影响。然后，电池用聚丙烯环压接密封。

意法半导体已经在最高 85 °C 的温度下对这些电池进行了广泛的测试，另外还进行了破坏性分析（后应力），以测量重量减少和剩余充电容量等因素。分析确定了电池内的电解液不断减少，而且重量损失是由于电解液的蒸发导致的。分析制作了模型来预测电解质损失的标称速率，以及通过添加第二级封装能够如何降低这一速率。意法半导体采用的这种专用二级密封封装能够将电解质损失速率降低一半。

两种电池均可产生 2.9 V 标称输出，在有效寿命结束前放电曲线平坦，因此可确定这两种电池均适用于作为低漏电 CMOS SRAM 的备用电池（参见图 3）。

图 3. (A) BR1225 放电率和 (B) BR1632 放电率



3 备用电池电流 - 预测数据保存时间

ZEROPOWER[®]、TIMEKEEPER[®]、监控器或串行 RTC 器件使用寿命结束有两个原因：

- **容量消耗**
在备用电池模式下为 SRAM 供电（对于 TIMEKEEPER 为振荡器供电），完全放电。
- **存储寿命**
老化将使电池在存储的电荷被完全耗尽之前失效。

这两种机制相互之间的影响很小，互不相关。器件的数据保存寿命由最先发生的失效情况决定。

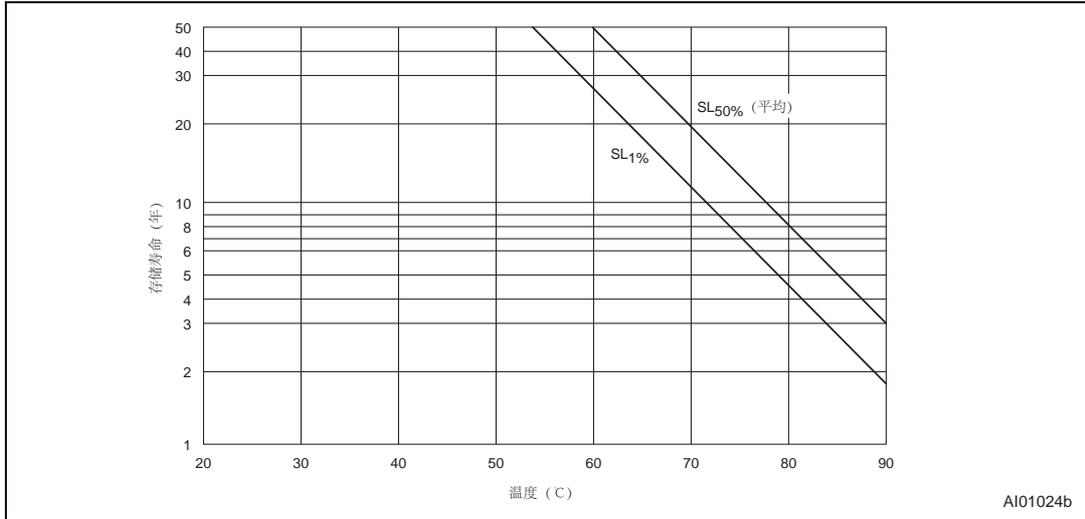
3.1 存储寿命

取决于电解质蒸发的存储寿命主要是温度的函数。[图 4](#)显示了 BR1225 电池的预测存储寿命与温度的关系。结果来自意法半导体进行的温度加速寿命测试研究。为了进行测试，将电池失效定义为 25 °C 下稳定的电池无法在一个 250 kΩ 的负载电阻上产生 2.4 V 的闭路电压。

SL_{1%} 和 SL_{50%} 这两条线代表了电池存储寿命期间不同的失效率分布。例如，在 60 °C 下，SL_{1%} 线表示电池有 1% 的几率在 28 年后失效，SL_{50%} 线表示该电池有 50% 的几率在 50 年后失效。SL_{1%} 线代表失效的实际发生，并且可以被认为是电池存储寿命的最坏情况。SL_{50%} 线可以认为是正常或平均寿命。如由[图 4 第 9 页](#)中的曲线所示，存储寿命不会成为整体电池寿命的限制因素，除非出现超过 60 °C 至 70 °C 的温度。

作为近似， $SL_{50\%} = 14270 \times (0.91)^T$ ， $SL_{1\%} = 8107 \times (0.91)^T$ ， $20\text{ °C} < T < 90\text{ °C}$ 。

图 4. 预测电池存储寿命与温度的关系



3.2 计算存储寿命

只有用户能够估计给定设计的预测存储寿命，因为环境温度曲线取决于受应用控制的变量。只要环境温度保持适度恒定，预期存储寿命可直接读出图 4 第 9 页。如果电池在各种温度下的使用寿命均可测量，可以通过以下公式估算预测存储寿命：

$$\left[\left(\frac{t_1}{T} \times \frac{1}{SL_1} \right) + \left(\frac{t_2}{T} \times \frac{1}{SL_2} \right) + \dots + \left(\frac{t_n}{T} \times \frac{1}{SL_n} \right) \right]^{-1}$$

其中，

- t_i/T 是器件处于环境温度 TA_i 的相对比例（对于总时间）；
- SL_i 是环境温度 TA_i 下的存储寿命，如图 4 所示；和
- T 是总时间 = $t_1 + t_2 + \dots + t_n$ 。

例如，考虑一节电池，每年暴露于 90 °C 的温度 600 小时，在其余 8160 小时中暴露于 60 °C 或更低的温度。从图 4 读取预测 $t_{1\%}$ 的值，

- SL_1 为大约 1.8 年；
- SL_2 为大约 28 年；
- T 为 8760 小时 / 年；
- t_1 为 600 小时 / 年；和
- t_2 为 8160 小时 / 年。

预测存储寿命计算结果为：

$$\left[\left(\frac{600}{8760} \times \frac{1}{1.8} \right) + \left(\frac{8160}{8760} \times \frac{1}{28} \right) \right]^{-1}$$

在此特定情况下，预测存储寿命为至少 14 年。因此，这优于 10 年的正常使用寿命。

3.3 容量消耗

当外部电源的 V_{CC} 保持在指定范围内时，电池输出的电流为零。当 V_{CC} 降至备用电池切换电压 (V_{SO}) 以下时，器件将进入备用电池模式，完全由电池供电。

V_{CC} 占空比代表时间的比例，以百分比表示，器件由外部电源供电，因此不从电池获取电流。

在备用电池模式下，SRAM 单元的阵列可通过其数据保存 (I_{CCDR}) 电流（主要由 4T 技术中通过 poly-R 负载电阻的电流产生）以及结漏电流、亚阈值漏电流和栅极 - 基底泄漏进行表征。总电流被称为 I_{BAT} （备用电池模式下获取的电流）。对于 ZEROPOWER[®] 器件，总电流是泄漏电流与维持 SRAM 阵列所需电流之和。对于 TIMEKEEPER[®] 器件，总电流是阵列流（包括泄漏电流）和时钟电流之和：

$$I_{BAT} = I_{ARRAY} + I_{CLOCK}$$

计算 I_{BAT} 电流时，需要考虑许多因素，包括工艺参数、工作温度和 V_{CC} 占空比。

3.4 计算容量消耗

容量消耗可以通过以下方式简单计算：

$$\frac{\text{BatteryCapacity}}{8760 \times (1 - V_{CC} \text{DutyCycle}/100) \times I_{BAT}}$$

其中：

- 电池容量以安培小时为单位；
- 8760 是一年小时数的常数；
- V_{CC} 占空比以百分比为单位；和
- I_{BAT} 以安培为单位。

对于具有 0.048 Ah (48 mAh) M4T28-BR12SH1 电池的 32K x 8 TIMEKEEPER[®] 器件 M48T35Y，70 °C 下典型电池电流约为 2666 nA。

因此，如果 V_{CC} 占空比为 50%，则预计容量寿命为：

$$\frac{0.048}{8760 \times 0.5 \times 2666 \times 10^{-9}}$$

在 70 °C 下约 4.11 年。

4 4T 单元器件

为了升级到更新的工艺技术（例如 M48Z58 (8K×8) 器件），意法半导体选择降低工作电流并减小晶片尺寸。意法半导体 HCMOS4PZ 工艺是一套 0.6mm 双层金属工艺。

在标准的 SRAM 存储单元中，6 个晶体管构成一对交叉耦合反相器。在 4T 存储单元中，顶部的两个 p 沟道器件由多晶硅负载电阻 (poly-R) 取代。因为 poly-R 结构可以在有源 n 沟道器件的顶部堆叠，所以这种组合能够显著减小晶片尺寸。

由于每个 SRAM 单元的 poly-R 结构，所以每个单元始终有至少一个直接路径不断向地面泄漏电流。然而，电阻的值非常高（25 °C 下约 3TΩ），所以在 3 伏的电池电压下，这将产生 1 pA 的泄漏电流。乘以阵列内单元的数量，即可计算阵列备用电流（即 65536 单元阵列 65.5 nA）。

Poly-R 结构的值取决于温度，所以整个阵列电流非常依赖于温度。[附录 B: ZEROPOWER 产品第 26 页](#)显示了 V_{CC} 占空比为 0% 的条件下，M48Z58 器件的预期电池寿命与工作温度的关系。

原规格是 25 °C 下预期寿命达到 10 年以上，但实际上，即使在 70 °C 下，通常也可以实现该目标。通过降低温度，预期寿命可增加到 20 年以上（例如当该器件在 50 °C 下工作）。这种变化完全是由每个 SRAM 单元内 poly-R 结构的温度敏感性决定的。

M48Z35 还采用意法半导体的 HCMOS4PZ 工艺、4T SRAM 单元技术。[附录 B](#) 显示了 V_{CC} 占空比为 0% 的条件下，M48Z35 器件的预期电池寿命与工作温度的关系。从中我们可以看到，在 30 °C 下，无外部 V_{CC} ，预期寿命一般在 20 年以上，而在 70 °C 下持续由备用电池供电，预期寿命会下降到约 2.6 年。由于 4T SRAM 单元结构所固有电流消耗增加，这是可以预料的。应当注意的是，该数据是在一个带有 48 mAh 电池的 SNAPHAT[®] 产品上得出的。

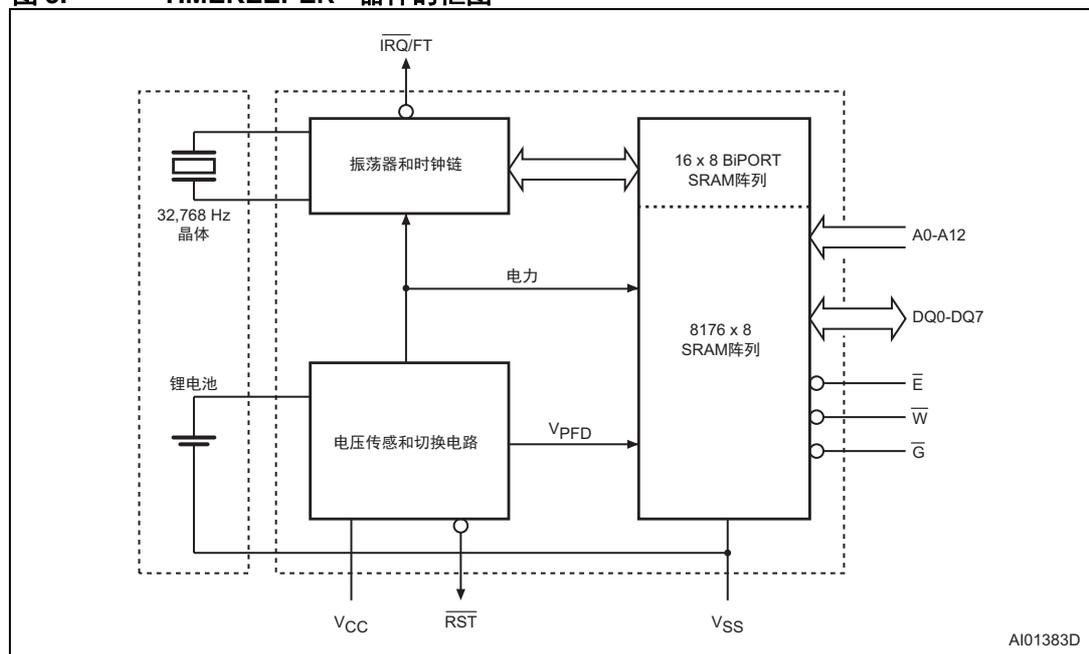
5 TIMEKEEPER 产品

TIMEKEEPER[®] 产品在结构和操作上与 ZEROPOWER[®] 产品非常类似。然而，它们必须单独进行评估。获取的电流不仅在很大程度上取决于温度，还取决于振荡器是否被激活。

TIMEKEEPER 器件的主要组成部分包括（参见图 5）：

- 一个 CMOS RAM 阵列；
- 电压传感和开关电路；
- 一个模拟振荡器和时钟链；
- 一个锂电池；
- 一个高精度石英晶体。

图 5. TIMEKEEPER[®] 器件的框图



5.1 TIMEKEEPER® 寄存器映射

表 2 显示了秒、分钟、小时、日、星期、月和年字段的典型寄存器映射。这个信息以二进制编码的十进制 (BCD) 格式存储。所有 TIMEKEEPER 器件均提供这些基本功能。附加功能（例如，看门狗定时器、报警、电池低电压标志和唤醒功能）分配了额外的寄存器（如表 2 中所示的 M48T37V/Y 的寄存器）。TIMEKEEPER 寄存器位置从 BiPORT™ 存储单元构建，BiPORT™ 允许从两侧访问数据。片上系统时钟连接到一侧（系统侧），用户数据输出到另一侧（用户侧）的连接。振荡器和时钟链结构以一秒的时间间隔产生时钟脉冲。系统侧更新 TIMEKEEPER 寄存器的新时间。然后每个 TIMEKEEPER 寄存器位置（例如分钟、小时、日）根据需要进行更新。当用户想要写入一个新时间时，控制寄存器的“W”位（写入位）被复位，使 BiPOR 单元上传新的系统时间。用户通过执行标准读 / 写周期访问 TIMEKEEPER 和阵列数据。

振荡器和时钟链结构由模拟和数字电路构成，产生大部分 I_{BAT} 电流。表 3 给出了所获取的电流作为技术和工作温度的函数的保守估计。

表 2. 典型 TIMEKEEPER (M48T37V/Y) 寄存器映射

地址	数据								功能	距离 (BCD 格式)
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
7FFFh	10 年				年				年	00-99
7FFEh	0	0	0	10M	月				月	01-12
7FFDh	0	0	10 日		日期				日期	01-31
7FFCh	0	FT	0	0	0	日			日	01-7
7FFBh	0	0	10 小时		小时				小时	00-23
7FFAh	0	10 分钟			10 分钟				分钟	00-59
7FF9h	ST	10 秒			秒				秒	00-59
7FF8h	W	R	S	校准					控制	
7FF7h	WDS	BMB4	BMB3	BMB2	BMB1	BMB0	RB1	RB0	观看	
7FF6h	AFE	0	ABE	0	0	0	0	0	中断	
7FF5h	RPT4	0	AI 10 日		闹钟日期				A 日期	01-31
7FF4h	RPT3	0	AI 10 时		报警（闹铃）时				A 小时	00-23
7FF3h	RPT2	报警（闹铃）10 分钟			闹钟 - 分钟				A 分钟	00-59
7FF2h	RPT1	报警（闹铃）10 秒			报警（闹铃）秒				A 秒	00-59
7FF1h	1000 年				100 年				世纪	00-99
7FF0h	WDF	AF	0	BL	Z	Z	Z	Z	标志	

表 3. 用于 TIMEKEEPER 器件的典型 I_{BAT} 电流

		20 °C 下的典型值		70 °C 下的典型值	
容量	技术	阵列	时钟	阵列	时钟
64 Kbit	4T 单元	40 nA	497 nA	511 nA	619 nA

5.2 TIMEKEEPER® 的进化

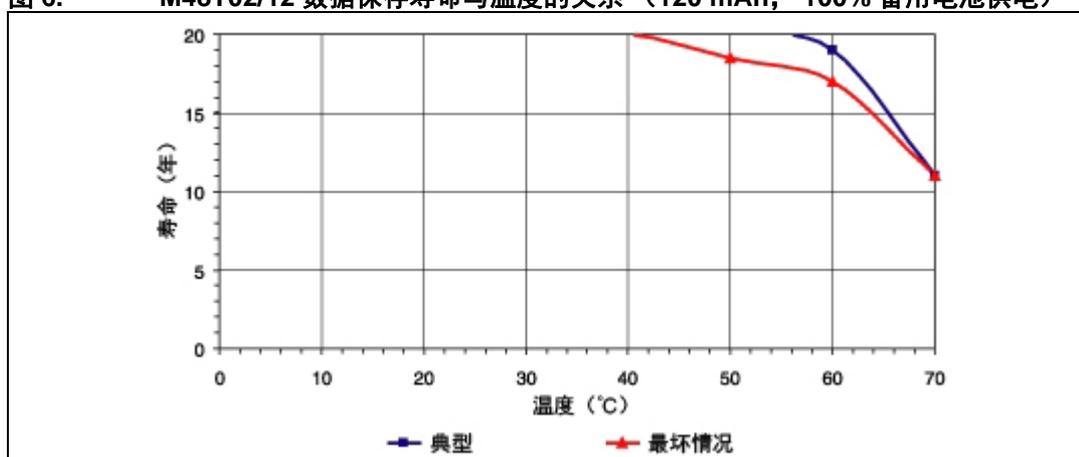
自上世纪 90 年代在市场上首次推出以来，TIMEKEEPER 产品经历了持续的进化周期。

5.2.1 M48T02 和 M48T12

第一款 TIMEKEEPER 产品是提供 2K×8 RAM 的 MK48T02 和 MK48T12，采用意法半导体的 2.0 μm Spectrum™ CMOS 技术。发布时，这款产品包含一个 39 mAh 容量的 BR1225 锂电池。这种组合为用户提供了约 3.5 年的连续备用电池寿命。后来，该器件采用了 4T 单元技术 (HCMOS4PZ) 和 CAPHAT™ 封装，包括一个容量更大的锂电池 (120 mAh Br1632)，也使用了新的产品编号 (M48T02/12)。这些变化将 60 °C 下的预期电池寿命延长到 19 年。

图 6 显示了 100% 备用电池供电时的预期电池寿命与温度的关系。数据表明，通过在各种温度下操作器件，设计人员可以确定大多数情况下的预期电池寿命接近 20 年。

图 6. M48T02/12 数据保存寿命与温度的关系 (120 mAh, 100% 备用电池供电)

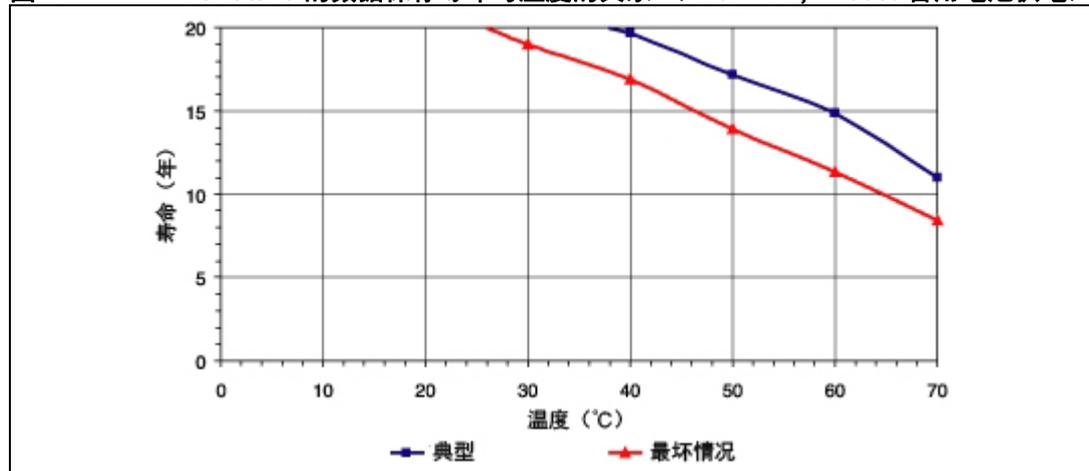


5.2.2 M48T08 和 M48T18

下一款发布的 TIMEKEEPER® 是 MK48T08/18 系列，具有 8K×8 SRAM 阵列。通过使用更先进的 1.2 μm HCMOS3 工艺并对板上振荡器进行完善，意法半导体将电池寿命延长了近 3 倍，即使阵列的大小增加了四倍。该产品后来转换为 0.6 μm 双层金属 HCMOS4PZ 工艺，用于 4T SRAM 单元。此外，电池也升级到了 120 mAh，用于 CAPHAT™ 封装类型（产品编号 M48T08/18），在整个商业级温度范围（0 °C 至 70 °C，参见图 7）能够达到至少 10 年的电池寿命。

在 M48T08/18 数据手册中，电池寿命 (t_{DR} ，数据保存时间) 已确定在整个商业级温度范围内达到甚至超过 10 年（对于 0% 的 V_{CC} 占空比）。

图 7. M48T08/18 的数据保存寿命与温度的关系（120 mAh，100% 备用电池供电）



5.2.3 M48T58

下一款 TIMEKEEPER® 产品是采用 0.6 μm 双层金属 HCMOS4PZ 工艺制造的 M48T58，用于 4T SRAM 单元。

表 13 第 28 页、附录 C: TIMEKEEPER® 产品第 28 页、图 8 和图 9 第 16 页显示了这些器件的数据保存更依赖于温度的程度。由于 poly-R 电阻的负温度系数，更高的温度会导致更低的电阻值（因此电流更大）。

数据保存寿命的范围一般最短 8.6 年（30 °C），用于具有 48 mAh 电池的 CAPHAT™ 封装器件（参见图 8），最长 20 年（甚至更长），用于具有 120 mAh BR1632 电池的 SNAPHAT 封装（参见图 9）。与往常一样，有几个因素会影响电池寿命，其中包括 V_{CC} 占空比和温度。

图 8. M48T58 数据保存寿命与温度的关系（48 mAh，100% 备用电池供电）

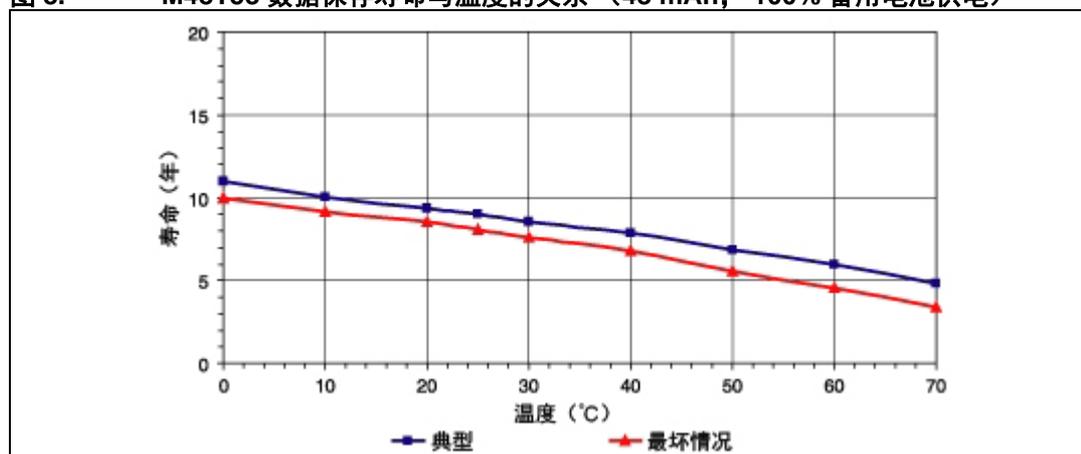
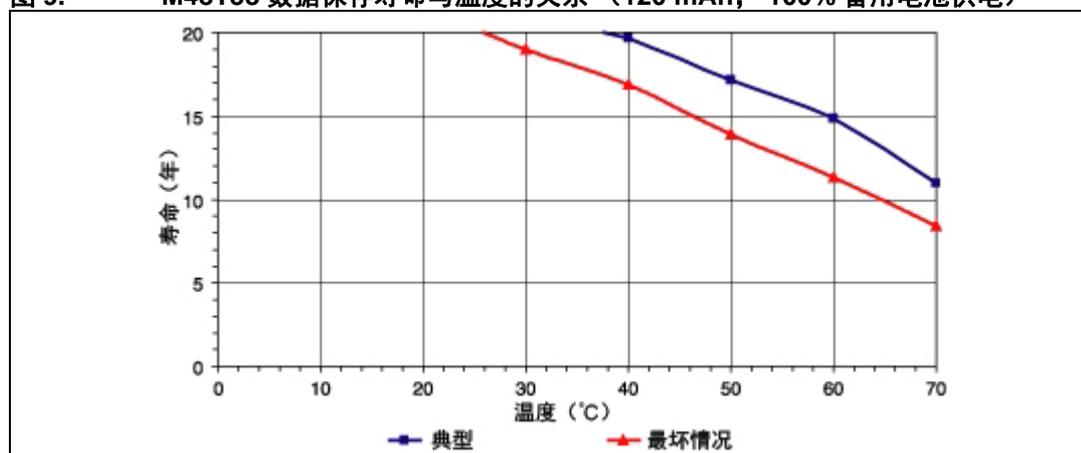


图 9. M48T58 数据保存寿命与温度的关系（120 mAh，100% 备用电池供电）



5.2.4 M48T35 和 M48T37V/Y

M48T35 和 M48T37V/Y 系列的技术与 M48T58 器件相同，但采用的是 32K×8 SRAM 阵列。[图 10](#) 和 [图 11](#) 显示了预期电池寿命与温度的关系。预期电池寿命（30 °C，无有效 V_{CC} 周期）通常为 6.8 年（假定使用的是 48 mAh 电池，参见 [图 10](#)）。更大的 M4T32-BR12 SNAPHAT[®] 封装器件的数据保存寿命是它的两倍以上（近 17 年，参见 [图 11](#)）。

图 10. M48T35/37V/37Y 的数据保存寿命与温度的关系（48 mAh，100% 备用电池供电）

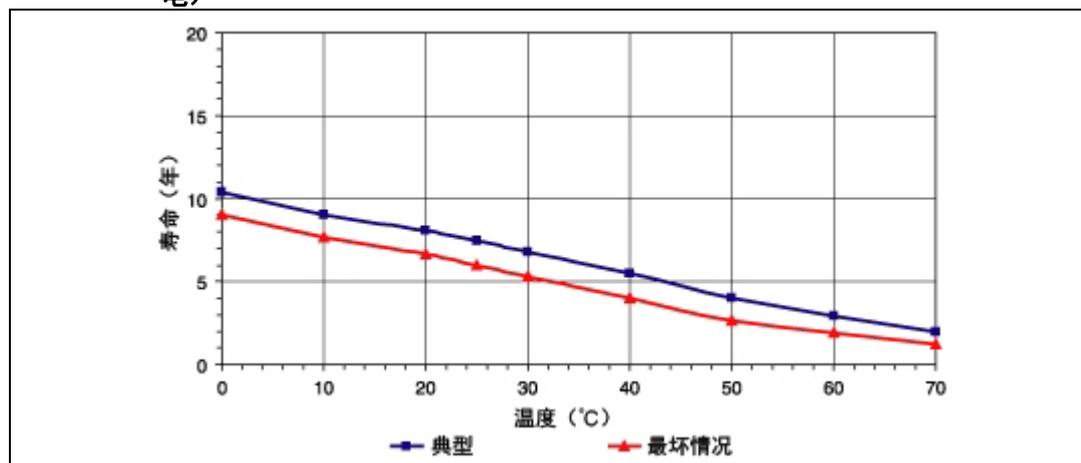
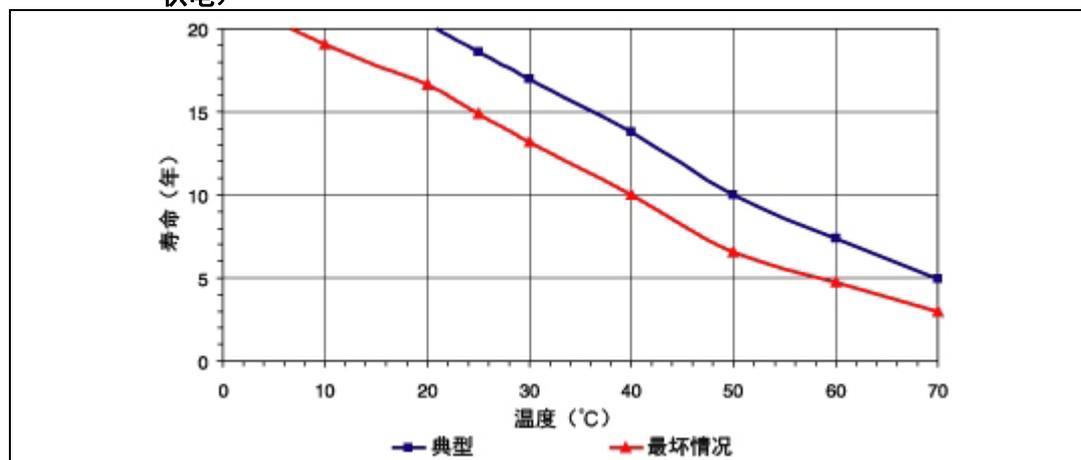


图 11. M48T35/37V/37Y 的数据保存寿命与温度的关系（120 mAh，100% 备用电池供电）



如果需要比图中更长的数据保存寿命，建议用户选择 SNAPHAT[®] 封装的器件。然后，当电池的使用寿命即将结束时，可以取下电池几乎已耗尽的 SNAPHAT 顶部，换上新的 SNAPHAT 顶部。只要在操作过程中板保持供电，这个过程中就不会有数据丢失（但由于 32 kHz 晶体被短暂拆除，内部时间会变慢一点）。表 4 显示了目前可提供的 SNAPHAT 顶部产品编号。

表 4. SNAPHAT 产品编号

产品编号	说明	封装
M4Z28-BR00SH	用于 ZEROPOWER 产品和监控器的锂电池 (48mAh)	SNAPHAT
M4Z32-BR00SH	用于 ZEROPOWER 产品和监控器的锂电池 (120mAh)	SNAPHAT
M4T28-BR12SH	用于 TIMEKEEPER 产品和监控器的锂电池 (48mAh)	SNAPHAT
M4T32-BR12SH	用于 TIMEKEEPER 产品和监控器的锂电池 (120mAh)	SNAPHAT

6 监控器产品

意法半导体还有一系列 ZEROPOWER® 和 TIMEKEEPER® 监控器器件。监控器是一个独立式单元，能够将标准低功耗 SRAM 转变为非易失性存储器件。它们能够对一个或多个外部 SRAM 进行监测，并通过与 ZEROPOWER 和 TIMEKEEPER 产品同样的方式提供 V_{CC} 输入。它们使用精密的参考电压和比较器来监测 V_{CC} 输入是否超出容限。

当 V_{CC} 失效后，监控器的条件芯片使能输出 (\overline{E}_{CON}) 被强制变为“未激活”状态，从而将每个外部 SRAM 转换为写保护状态。在电源失效期间，监控器通过它的 SNAPHAT 顶部内的锂电池为 SRAM 供电。当电压恢复到指定水平时，监控器立刻将电源切换回 V_{CC} 电源。

7 选择 SRAM

目前市场上大多数低功耗 SRAM 都可以配合 ZEROPOWER® 和 TIMEKEEPER® 监控器一起使用，但也有一些问题需要在最终选择使用 SRAM 之前解决。

- 当变为未激活状态时，芯片使能输入必须禁用所有其他到 SRAM 的输入。一旦 V_{CC} 低于 V_{PFD} （最小），这使得外部 SRAM 的输入可以“忽略”。
- 在 $V_{CC} = 2.0\text{ V}$ 时，SRAM 应保证数据保存。
- 芯片使能访问时间必须考虑到芯片使能和输出使能的传输延时，足以满足系统的需求。

大多数 SRAM 指定 3.0 V 下的数据保存电流 (I_{CCDR})。制造商一般会指定室温下的典型情况和（一般是在高温下的）最坏情况。系统级的要求将决定选择使用哪个值。SRAM 的数据保存电流值可以被添加到监控器的 I_{BAT} 值，以确定用于数据保存的总电流要求。将您所选择的 SNAPHAT® 可用电池容量除以这个电流，以确定数据保存期限（参见第 3.3 节：容量消耗第 10 页）。

例如，M48T201V/Y 在 25 °C 下的 I_{BAT} 值为 575 nA，在 70 °C 下为 800 nA。M40Z300W 在 25 °C 下的 I_{BAT} 值为 5 nA，在 70 °C 下为 100 nA。表 5 显示了在与一些市售 1 Mbit 和 4 Mbit SRAM 一起使用时，M40Z300W ZEROPOWER 监控器的典型数据保存寿命。表 6 第 21 页显示了 M48T201V/Y TIMEKEEPER 监控器的相同类型的信息。

表 5. M40Z300W (120mAh SNAPHAT) 的数据保存寿命与 SRAM 类型的关系

大小 (Mbit)	产品		I_{BAT} (SRAM) (nA)		I_{BAT} (总计) (nA)		寿命 (单位: 年) ⁽¹⁾	
			25°C	70°C	25°C	70°C	25°C	70°C
1	Hynix	HY628100BLLT1-55	1000	10000	1005	10100	13.6	1.4
		HY62V8100BLLT1-70 ⁽²⁾	1000	10000	1005	10100	13.6	1.4
	Renesas	M5M51008DVP-55H	500	10000	505	10100	> 20	1.4
		M5M5V108DVP-70H ⁽²⁾	1000	10000	1005	10100	13.6	1.4
4	Renesas	R1LP0408CSB-5SC	800	8000	805	8100	17.0	1.7
		R1LV0408CSB-5SC ⁽²⁾	500	8000	805	8100	> 20	1.7
8	Renesas	HM62V8100LTTI-5SL	500	10000	505	10100	> 20	1.4
	Samsung	K6X8008T2B-UF5500	N/A	15000	N/A	15100	N/A	0.9

1. 依据编写时各制造商的数据手册。
2. 3 V 器件

表 6. M48T201V/Y (120 mAh SNAPHAT) 的数据保存寿命与 SRAM 类型的关系

大小 (Mbit)	产品		I _{BAT} (SRAM) (nA)		I _{BAT} (总计) (nA)		寿命 (单位: 年) (1)	
			25°C	70°C	25°C	70°C	25°C	70°C
1	Hynix	HY628100BLLT1-55	1000	10000	1075	10800	8.7	1.3
		HY62V8100BLLT1-70 ⁽²⁾	1000	10000	1075	10800	8.7	1.3
	Renesas	M5M51008DVP-55H	500	10000	1075	10800	12.7	1.3
		M5M5V108DVP-70H ⁽²⁾	1000	10000	1575	10800	8.7	1.3
4	Renesas	R1LP0408CSB-5SC	800	8000	1375	8800	10.0	1.6
		R1LV0408CSB-5SC ⁽²⁾	500	8000	1075	8800	12.7	1.6
8	Renesas	HM62V8100LTTI-5SL	500	10000	1075	10800	12.7	1.3
	Samsung	K6X8008T2B-UF5500	N/A	15000	N/A	15800	N/A	0.9

1. 依据编写时各制造商的数据手册。
2. 3 V 器件

8 工业级温度器件

由于对便携性和极端环境条件下工作的要求越来越高，意法半导体公司开发并提供了我们串行 RTC 器件的工业级温度型号（-40 °C 至 +85 °C）。更大的工作范围使这些产品能够在更极端的温度下工作，例如以下应用：

- 手机基站；
- 交通管制；
- 便携式设备；
- 陆地、水上和飞机仪表；
- 工业控制设备。

这些产品由销售型号末尾的数字“6”加以区分。工业温度 TIMEKEEPER® SNAPHAT® 顶部也通过后缀“6”代表。预测数据保存寿命在[附录 B：ZEROPOWER 产品第 26 页](#)和[附录 C：TIMEKEEPER® 产品第 28 页](#)中列出。

9 U.L. 认证和回收

意法半导体不但提供创新、尖端的产品，还将继续致力于保障安全，包括产品、客户和环境的安全。每个器件都带有反向充电保护电路，并采用安全的氟锂电池。所有 ZEROPOWER[®]、TIMEKEEPER、监控器和串行 RTC 组件均已通过 Underwriter's Laboratory 的认证，文件号 E89556，符合 LL-94-VO 阻燃等级。

独特的 SNAPHAT 封装由一个 330 mil 的 SOIC 器件和一个带锂电池的独立“卡入式”SNAPHAT 组成，对于 TIMEKEEPER 产品，则带有高精度晶体。SNAPHAT 可以拆卸和更换，提供了适当的处理或回收，这些额外的益处是以前的 NVRAM 所不具备的。许多公司都提供废旧锂电池的回收利用和无害化处理。

10 总结

ZEROPOWER® 和 TIMEKEEPER® 产品的电池寿命和数据保存主要是两个因素的函数：

- 容量消耗，和
- 锂纽扣电池的存储寿命。

由于低于 60 °C 的温度对存储寿命（由电解质蒸发引起）的影响不大，所以大多数应用的数据保存将取决于进行备份的 SRAM 的 I_{CCDR} ，以及 V_{CC} 占空比。这样就可以通过一个相当简单的计算（参见 [第 3.4 节：计算容量消耗 第 10 页](#)）来确定寿命。

一般在 40 °C 下，所有意法半导体 ZEROPOWER 产品都能够提供至少 10 年的数据保存寿命。这可以通过降低温度，增加 V_{CC} 占空比来进一步延长，或者，对于表面安装式 SNAPHAT® 产品，采用更大的 120 mAh SNAPHAT 顶部。

对于 TIMEKEEPER 系列，电池寿命也受振荡器运行时间百分比的影响。采用 4T 技术制造的器件在使用 48 mAh M4T28-BR12SH SNAPHAT 顶部时，可在 20 °C 下连续工作 7 年，在使用 120 mAh M4T32-BR12SH SNAPHAT 顶部时通常可连续工作超过 15 年。

ZEROPOWER 和 TIMEKEEPER 监控器系列使用户能够以最好的市场价格购买到 SRAM 产品。然而，整体数据保存寿命将由选择的 SRAM I_{CCDR} 来确定。

附录 A 产品数据

注：符号“>>”表示“……远大于……”

表 7. ZEROPOWER® 和 TIMEKEEPER® 器件的数据

设备	工艺技术	SRAM 单元	电池类型		I _{BAT} (T = 20°C) (nA)	典型数据保存 寿命 ⁽¹⁾ (年)
			SNAPHAT ⁽²⁾	CAPHAT		
M48Z02/12	0.6 μm, HCMOS4PZ	4T	n/a	BR1225	9	10
M48Z08/18	0.6 μm, HCMOS4PZ	4T	BR1225	BR1225	37	10
M48Z35/Y/AV	0.6 μm, HCMOS4PZ	4T	BR1225	BR1225	148	10
M48Z58/Y	0.6 μm, HCMOS4PZ	4T	BR1225	BR1225	37	10
M48T02/12	0.6 μm, HCMOS4PZ	4T	N/A	BR1632	506	10
M48T08/18	0.6 μm, HCMOS4PZ	4T	BR1225	BR1632	535	10
M48T35/Y/AV	0.6 μm, HCMOS4PZ	4T	BR1225	BR1632	646	7/10
M48T37Y	0.6 μm, HCMOS4PZ	4T	BR1225	N/A	646	7
M48T58/Y	0.6 μm, HCMOS4PZ	4T	BR1225	BR1225	535	7

1. 使用具有更大容量 BR1632 电池的 SNAPHAT (ZEROPOWER 或 TIMEKEEPER, 根据情况), 数据保存寿命可以显著增加。
2. SNAPHAT 封装还提供更大容量的 BR1632 (120 mAh) 电池。

表 8. 混合式 / 模块器件的数据 (V_{CC} 占空比 = 0%)

设备	规格 T = 25 °C (年)	实验条件 (年)		
		0°C	25°C	70°C
M48Z128/Y	10	>> 20	> 20	2.3
M48Z129V	10	>> 20	> 20	2.3
M48Z512A/AV/AY	10	>> 20	> 20	6.0
M48Z2M1V/Y	10	> 20	> 20	3.1
M48T128Y	10	> 20	16.6	2.0
M48T129V/Y	10	> 20	16.6	2.0
M48T512Y	10	> 20	19.4	4.8

注：这些器件不推荐用于新设计。请联系当地的意法半导体销售办事处了解供货情况。

附录 B ZEROPOWER 产品

本附录中的表使用术语“典型”和“最坏情况”，以指示“给定温度的平均值”和“平均值加上给定温度下的最大预期偏差”。

注：符号“>>”表示“……远大于……”

表 9. M48Z02/12 器件的数据（仅 CAPHAT™ - BR1225, 48 mAh 提供）

温度 (°C)	V _{CC} 占空比 = 0%		V _{CC} 占空比 = 100%, 存储寿命 (年)
	典型 (年)	最坏情况 (年)	
0	>> 20	>> 20	>> 20
10	>> 20	>> 20	>> 20
20	>> 20	>> 20	>> 20
25	>> 20	>> 20	>> 20
30	>> 20	>> 20	>> 20
40	>> 20	>> 20	>> 20
50	>> 20	>> 20	>> 20
60	> 20	> 20	> 20
70	11.0	11.0	11.0

表 10. M48Z08/18、M48Z58 和 M48Z58Y 器件的数据

温度 (°C)	CAPHAT 或 SNAPHAT (BR1225, 48 mAh)		SNAPHAT (BR1632, 120 mAh)		V _{CC} 占空比 = 100%, 存储寿命 (年)
	V _{CC} 占空比 = 0%				
	典型 (年)	最坏情况 (年)	典型 (年)	最坏情况 (年)	
0	>> 20	>> 20	>> 20	>> 20	>> 20
10	>> 20	>> 20	>> 20	>> 20	>> 20
20	>> 20	>> 20	>> 20	>> 20	>> 20
25	>> 20	>> 20	>> 20	>> 20	>> 20
30	>> 20	>> 20	>> 20	>> 20	>> 20
40	>> 20	> 20	>> 20	>> 20	>> 20
50	> 20	16.4	>> 20	>> 20	>> 20
60	19.7	10.1	> 20	>20	> 20
70	11.0	5.8	11.0	11.0	11.0

表 11. M48Z35/Y/AV 器件的数据

温度 (°C)	CAPHAT 或 SNAPHAT (BR1225, 48 mAh)		SNAPHAT (BR1632, 120 mAh)		V_{CC} 占空比 = 100%, 存储寿命 (年)
	V_{CC} 占空比 = 0%				
	典型 (年)	最坏情况 (年)	典型 (年)	最坏情况 (年)	
0	>> 20	>> 20	>> 20	>> 20	>> 20
10	>> 20	> 20	>> 20	>> 20	>> 20
20	>> 20	> 20	>> 20	>> 20	>> 20
25	> 20	17.2	>> 20	>> 20	>> 20
30	> 20	12.9	>> 20	> 20	>> 20
40	14.2	7.5	> 20	18.6	>> 20
50	7.4	3.8	18.4	9.5	>> 20
60	4.5	2.5	11.3	6.2	> 20
70	2.6	1.4	6.5	3.5	11.0

附录 C TIMEKEEPER® 产品

表 12. M48T02/12 器件的数据 (仅提供 CAPHAT™ - BR1632, 120 mAh)

温度 (°C)	V _{CC} 占空比 = 0%		V _{CC} 占空比 = 100%, 存储寿命 (年)
	典型 (年)	最坏情况 (年)	
0	> 20	> 20	>> 20
10	> 20	> 20	>> 20
20	> 20	> 20	>> 20
25	> 20	> 20	>> 20
30	> 20	> 20	>> 20
40	> 20	> 20	>> 20
50	> 20	18.5	>> 20
60	19.0	17.0	> 20
70	11.0	11.0	11.0

表 13. M48T08/Y/18 和 M48T58/Y 器件的数据

温度 (°C)	CAPHAT 或 SNAPHAT (BR1225, 48 mAh)		CAPHAT ⁽¹⁾ 或 SNAPHAT (BR1632, 120 mAh)		V _{CC} 占空比 = 100%, 存储寿命 (年)
	V _{CC} 占空比 = 0%				
	典型 (年)	最坏情况 (年)	典型 (年)	最坏情况 (年)	
0	11.0	10.0	> 20	> 20	>> 20
10	10.1	9.2	> 20	> 20	>> 20
20	9.4	8.5	> 20	> 20	>> 20
25	9.0	8.1	> 20	> 20	>> 20
30	8.6	7.6	> 20	19.0	>> 20
40	7.9	6.8	19.7	16.9	>> 20
50	6.9	5.6	17.1	13.9	>> 20
60	5.9	4.5	14.8	11.3	> 20
70	4.8	3.4	11.0	8.4	11.0

1. 仅 M48T08 和 M48T18 CAPHAT™ 提供。

表 14. M48T35/Y/AV 和 M48T37V/Y 器件的数据

温度 (°C)	SNAPHAT (BR1225, 48 mAh)		CAPHAT 或 SNAPHAT (BR1632, 120 mAh)		V _{CC} 占空比 = 100%, 存储寿命 (年)
	V _{CC} 占空比 = 0%				
	典型 (年)	最坏情况 (年)	典型 (年)	最坏情况 (年)	
0	10.4	9.0	> 20	> 20	>> 20
10	9.0	7.6	> 20	19.1	>> 20
20	8.1	6.7	> 20	16.6	>> 20
25	7.4	6.0	18.6	14.9	>> 20
30	6.8	5.3	16.9	13.2	>> 20
40	5.5	4.0	13.8	10.0	>> 20
50	4.0	2.6	10.0	6.6	>> 20
60	2.9	1.9	7.4	4.8	> 20
70	2.0	1.2	5.0	3.0	11.0

附录 D 串行 RTC 产品

表 15. 数据来自 M41T56/94、M41ST85W、M41ST87W/Y 和 M41ST95W，包括工业级温度 (MH6) 器件

温度 (°C)	SNAPHAT (BR1632, 120 mAh)	
	V _{CC} 占空比 = 0%	
	典型 (年)	
-40	> 20	>> 20
-30	> 20	>> 20
-20	> 20	>> 20
-10	> 20	>> 20
0	> 20	>> 20
10	> 20	>> 20
20	> 20	>> 20
25	> 20	>> 20
30	> 20	>> 20
40	> 20	>> 20
50	> 20	>> 20
60	> 20	> 20
70	11.0	11.0
80	4.3	4.3
85	2.7	2.7

表 16. M41T00/S、M41T11 和 M41T81/S 工业温度 (MH6) 器件的数据

温度 (°C)	SNAPHAT (BR1632, 120 mAh)	
	V _{CC} 占空比 = 0%	
	典型 (年)	
	V _{CC} 占空比 = 100%, 存储寿命 (年)	
-40	> 20	>> 20
-30	> 20	>> 20
-20	> 20	>> 20
-10	> 20	>> 20
0	> 20	>> 20
10	> 20	>> 20
20	> 20	>> 20
25	> 20	>> 20
30	> 20	>> 20
40	> 20	>> 20
50	> 20	>> 20
60	> 20	> 20
70	11.0	11.0
80	4.3	4.3
85	2.7	2.7

11 版本历史

表 17. 文档版本历史

日期	版本	变更
1998 年 10 月 13 日	0.0	编写日期
1998 年 12 月 14 日	1.0	ZEROPOWER 和 TIMEKEEPER 应用笔记第 1 版
2000 年 3 月 7 日	1.1	数据从 49 mAh 和 130 mAh 电池变为 48 mAh 和 120 mAh 电池
2000 年 4 月 25 日	1.2	控制器更名为监控器
2000 年 6 月 26 日	1.3	M48T35 典型数据保存寿命改为 7/10 年（第 15 页表 7）
2001 年 5 月 8 日	2.0	格式调整、文字、图形、数值更新（ 图 6、7、8、10 ； 表 3、5、6、7、15、13、14、16、17 ）
2001 年 5 月 15 日	2.1	将趋势图颜色改为黑色（ 图 6、7、8、10 ）
2005 年 5 月 31 日	3.0	更新信息（ 图 1、6、7、8、9、10 ； 表 1、3、5、6、7、8、9、11、12、13、14、15、16 ）
2011 年 9 月 15 日	4	产品更新；少量文本更新；修订文档演示。

表 18. 中文文档版本历史

日期	版本	变更
2016 年 6 月 7 日	1	中文初始版本

重要通知 - 请仔细阅读

意法半导体公司及其子公司 (“ST”) 保留随时对 ST 产品和 / 或本文档进行变更、更正、增强、修改和改进的权利，恕不另行通知。买方在订货之前应获取关于 ST 产品的最新信息。ST 产品的销售依照订单确认时的相关 ST 销售条款。

买方自行负责对 ST 产品的选择和使用，ST 概不承担与应用协助或买方产品设计相关的任何责任。

ST 不对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。

转售的 ST 产品如有不同于此处提供的信息的规定，将导致 ST 针对该产品授予的任何保证失效。

ST 和 ST 徽标是 ST 的商标。所有其他产品或服务名称均为其各自所有者的财产。

本文档中的信息取代本文档所有早期版本中提供的信息。

© 2016 STMicroelectronics - 保留所有权利 2016