

Application Note

LM75B 和 TMP1075 业界通用器件：设计指南和规格比较

Meredith McKean

摘要

LM75B 和 TMP1075 是具有 I2C® 接口的数字温度传感器的当前业界通用基准。这些器件源自 LM75 (由美国国家半导体在 20 世纪 90 年代首次推出)，现已成为 TI 数字温度传感器产品系列的关键组成部分。这些器件之所以长期以来备受青睐，是因为它们具有灵活性和成本效益并且较为普遍。

在将这些传感器集成到设计之前，务必要了解它们的细微差别以及那些细微但重要的差异。在需要引脚对引脚兼容型替代器件的设计中，这一点尤为重要。本应用手册中的信息旨在帮助您做出明智的选择，简化选择过程并促进您在基于 LM75 的设计中一次性获得成功。

包括 LM75A、TMP75、TMP75-Q1、TMP75B、TMP75B-Q1、TMP75C、TMP75C-Q1、TMP175、TMP175-Q1、TMP275、TMP275-Q1、TMP102、TMP102-Q1、TMP112、TMP112-Q1 和 TMP110。

内容

1 引言.....	2
2 应用手册中包含的器件：封装引脚排列和规格兼容性.....	2
2.1 TMP1075：采用业界通用封装的新一代 LM75 传感器，适用于成本优化型设计.....	2
2.2 TMP110：采用小型 X2SON 封装、极具成本效益且基于 LM75 的温度传感器.....	3
2.3 TMP112-Q1：基于 LM75 且适用于汽车类设计的功能安全型传感器.....	3
3 软件兼容性.....	4
4 采用 TMP110 的 TMP1075 成本优化型双源布局.....	5
5 Linux 驱动程序.....	7
6 转换时间和分辨率设置重点内容.....	7
7 解读数字温度输出：数据编码兼容性.....	8
8 总结.....	9
9 参考文献.....	9
10 修订历史记录.....	10

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

德州仪器 (TI) 提供一系列与双线制、SMBus 和 I2C 接口兼容的不同数字温度传感器。这些温度传感器属于 TI 75 系列传感器。本应用手册可指导客户在 75 系列 TI 温度传感器中选择合适的传感器，并帮助客户优化 TMP1075、TMP110 和 TMP112-Q1 等器件中提供的新功能。

本文档提供了简化的比较表，供客户在更换元件时考虑主要差异。这些规格经过精心挑选，以便提供更好的并排比较。本文档进行了大致比较，但不包括所有规格。在改用上述任一器件前，需要进一步研究数据表。

为了使硬件和软件型号更加清晰，本文讨论了 Linux 驱动程序兼容性、转换时间、分辨率兼容性和数据编码兼容性。

2 应用手册中包含的器件：封装引脚排列和规格兼容性

LM75/TMP1075 系列温度传感器中包含 14 种器件。图 2-1 比较了器件间不同可用封装选项的尺寸。表 2-1 介绍了可用于图 2-1 中 75 温度传感器的相应封装。

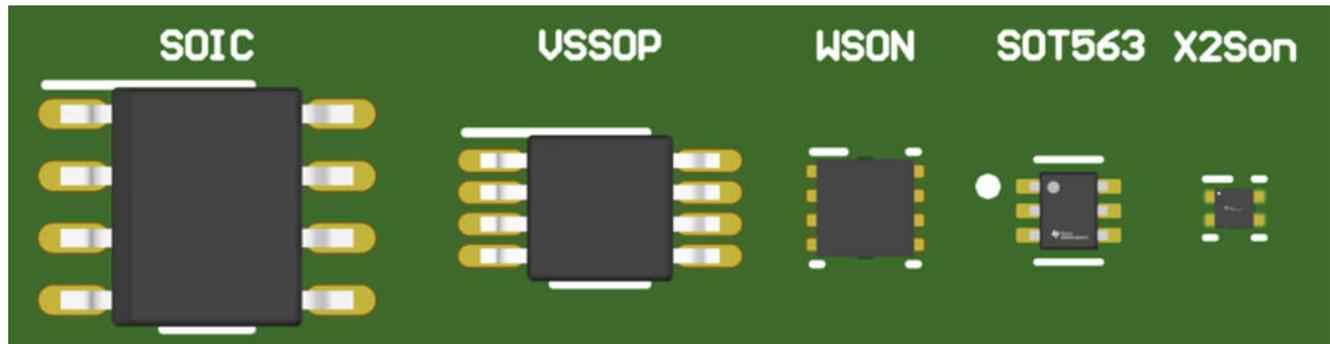


图 2-1. 封装尺寸比较

表 2-1. 每种封装类型可用的器件

SOIC	VSSOP	WSON	SOT-563	X2SON
TMP1075、 TMP275、 TMP175、 TMP75、 TMP75B、 TMP75C、 LM75A、LM75B、 TMP175-Q1、 TMP75-Q1、 TMP75B-Q1、 TMP75C-Q1	TMP1075、 TMP275、 TMP175、 TMP75、 TMP75B、 TMP75C、 LM75A、LM75B、 TMP175-Q1、 TMP75-Q1、 TMP75B-Q1、 TMP75C-Q1	TMP1075	TMP1075N、 TMP112、 TMP112-Q1	TMP110、 TMP112

本部分重点介绍了 TI 较新的温度传感器以及提供切换到 TMP1075、TMP110 或 TMP112-Q1 时要考虑的硬件要求相关信息的表格。

2.1 TMP1075：采用业界通用封装的新一代 LM75 传感器，适用于成本优化型设计

当将传感器与较早的 TI LM75/TMP1075 系列传感器集比较时，TMP1075 传感器可提供超高精度、超低功耗的替代选项 (表 2-2)。TMP1075 提供四种不同的封装选项：

- VSSOP (8)
- SOIC (8)
- WSON (8)
- SOT563 (6)

75 系列器件中的大多数与 VSSOP (8) 和 SOIC (8) 引脚对引脚兼容。

2.2 TMP110：采用小型 X2SON 封装、极具成本效益且基于 LM75 的温度传感器

TMP110 传感器提供了可显著节省成本、高精度和低功耗的 I2C 温度设计 (表 2-2)。TMP110 采用 X2SSON 封装。TMP110 不兼容 P2P，但双源是 TMP110 的一个选项。有关双源选项的更多信息，请参阅本文档中的节 4。

2.3 TMP112-Q1：基于 LM75 且适用于汽车类设计的功能安全型传感器

当考虑使用汽车级 75 系列传感器时，TMP112-Q1 对双线制、SMBus、I2C 接口、数字温度传感器 (表 2-3) 是有利的。该传感器专为高精度和低功耗而设计。TMP112-Q1 与 75 系列的大部分产品不 P2P 兼容，但 TMP112-Q1 可节省功耗。TMP112-Q1 仅采用 SOT563 封装。

表 2-2. 目录 75 系列比较

器件 ⁽¹⁾	SOIC 和 VSSOP 兼容	等级	ADDR 数	FS	UL	NIST	Tmin	Tmax	Vmax	IQ	精度最大值 (°C)								
											-55	-40	-20	0	25	50	85	100	125
TMP110	否	目录	4				-40°C	125°C	1.14V 至 5.5V	10µA	---	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±1
TMP1075	是	目录	32			✓	-55°C	125°C	1.7V 至 5.5V	4µA	±2	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±2
TMP1075N	否	目录	4			✓	-40°C	125°C	1.62V 至 3.6V	10µA	---	±2	±2	±1	±1	±1	±2	±2	±2
TMP112	否	目录	4			✓	-40°C	125°C	1.4V 至 3.6V	10µA	---	±1	±1	±0.5	±0.5	±0.5	±1	±1	±1
TMP102	否	目录	4			✓	-40°C	125°C	1.4V 至 3.6V	10µA	---	±3	±2	±2	±2	±2	±2	±3	±3
TMP275	是	目录	8				-40°C	125°C	2.7V 至 5.5V	85µA	---	±1	±0.5	±0.5	±0.5	±0.5	±0.5	±0.5	±1
TMP175	是	目录	27				-40°C	125°C	2.7V 至 5.5V	85µA	---	±2	±1.5	±1.5	±1.5	±1.5	±1.5	±2	±2
TMP75	是	目录	8			✓	-40°C	125°C	2.7V 至 5.5V	85µA	---	±3	±2	±2	±2	±2	±2	±3	±3
TMP75B	是	目录	8				-55°C	125°C	1.4V 至 3.6V	89µA	±3	±3	±2	±2	±2	±2	±2	±3	±3
TMP75C	是	目录	8				-55°C	125°C	1.4V 至 3.6V	37µA	±3	±3	±2	±2	±2	±2	±2	±3	±3
LM75A	是	目录	8		✓		-55°C	125°C	2.7V 至 5.5V	500µA	±3	±3	±2	±2	±2	±2	±2	±2	±3
LM75B	是	目录	8		✓		-55°C	125°C	3.0V 至 5.5V	1000µA	±3	±3	±2	±2	±2	±2	±2	±2	±3

表 2-3. 汽车 75 系列比较

器件 ⁽¹⁾	SOIC 和 VSSOP 兼容	等级	ADDR 数	FS	UL	NIST	Tmin	Tmax	Vmax	IQ	精度最大值 (°C)							
											-40	-20	0	25	50	85	100	125
TMP112-Q1	否	汽车	4	✓		✓	-40°C	125°C	1.4V 至 3.6V	10µA	±1	±1	±0.5	±0.5	±0.5	±1	±1	±1
TMP275-Q1	是	汽车	8				-40°C	125°C	2.7V 至 5.5V	85µA	±1.5	±1.5	±0.75	±0.75	±0.75	±0.75	±1.5	±1.5
TMP175-Q1	是	汽车	27				-40°C	125°C	2.7V 至 5.5V	85µA	±2	±1.5	±1.5	±1.5	±1.5	±1.5	±2	±2
TMP75-Q1	是	汽车	8			✓	-40°C	125°C	2.7V 至 5.5V	86µA	±3	±2	±2	±2	±2	±2	±3	±3
TMP75B-Q1	是	汽车	8	✓			-40°C	125°C	1.4V 至 3.6V	89µA	±3	±2	±2	±2	±2	±2	±3	±3
TMP75C-Q1	是	汽车	8	✓			-40°C	125°C	1.4V 至 3.6V	37µA	±3	±2	±1	±1	±1	±2	±3	±3

(1) 符合功能安全标准，经过 UL 认证，且 NIST 可追溯。

3 软件兼容性

表 3-1 中所示的软件规格是基于以下条件选择的：

- **TMP275**、**TMP175** 和 **TMP75** 具有可编程 ADC。用户可以选择 9 位分辨率模式到 12 位分辨率模式。
- I2C 数据保持时间 $t(\text{HDDAT})$ 因器件而异。下表中列出的 $t(\text{HDDAT})$ 是指快速频率模式下的最低规格。
- 所有 75 系列器件均在完全相同的位置具有相同格式的温度和限值寄存器。
- 寄存器的主要变化是配置寄存器和 ID 寄存器。配置寄存器保存 16 或 8 位数据。存储在配置寄存器中的数据如表 3-1 所示。

表 3-1. 软件兼容性表

器件类别	分辨率	$t(\text{HDDAT})$ - FS Min	ID 寄存器位置	配置寄存器															
				D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
TMP1075	0.0625°C (12 位)	0ns	0 x F	OS	R1	R0	F1	F0	POL	TM	SD	1	1	1	1	1	1	1	1
TMP1075N	0.0625°C (12 位)	100ns	不适用	OS	R1	R0	F1	F0	POL	TM	SD	1	0	X	0	0	0	0	0
TMP112	0.0625°C (12 位)	100ns	不适用	OS	R1	R0	F1	F0	POL	TM	SD	CR1	CR0	AL	EM	0	0	0	0
TMP102	0.0625°C (12 位)	100ns	不适用	OS	R1	R0	F1	F0	POL	TM	SD	CR1	CR0	AL	EM	0	0	0	0
TMP110	0.0625°C (12 位)	0ns	不适用	OS	R1	R0	F1	F0	POL	TM	SD	CR1	CR0	AL	EM	0	0	0	0
LM75A	0.5°C (9 位)	100ns	0 x 7	0	0	0	F1	F0	POL	TM	SD	不适用							
LM75B	0.5°C (9 位)	100ns	不适用	0	0	0	F1	F0	POL	TM	SD	不适用							
TMP275	可选 0.5°C (9 位) - 0.0625°C (12 位)	4ns	不适用	OS	R1	R0	F1	F0	POL	TM	SD	不适用							
TMP175	可选 0.5°C (9 位) - 0.0625°C (12 位)	4ns	不适用	OS	R1	R0	F1	F0	POL	TM	SD	不适用							
TMP75	可选 0.5°C (9 位) - 0.0625°C (12 位)	4ns	不适用	OS	R1	R0	F1	F0	POL	TM	SD	不适用							
TMP75B	0.0625°C (12 位)	0ns	不适用	操作系统	CR	CR	FQ	FQ	POL	TM	SD	*(1)	*(1)	*(1)	*(1)	*(1)	*(1)	*(1)	*(1)
TMP75C	0.0625°C (12 位)	0ns	不适用	*(1)	*(1)	OS	FQ	FQ	POL	TM	SD	*(1)	*(1)	*(1)	*(1)	*(1)	*(1)	*(1)	*(1)
TMP112-Q1	0.0625°C (12 位)	100ns	不适用	OS	R1	R0	F1	F0	POL	TM	SD	CR1	CR0	AL	EM	0	0	0	0
TMP75-Q1	0.0625°C (12 位)	4ns	不适用	OS	R1	R0	F1	F0	POL	TM	SD	不适用							
TMP75B-Q1	0.0625°C (12 位)	0ns	不适用	操作系统	CR	CR	FQ	FQ	POL	TM	SD	*(1)	*(1)	*(1)	*(1)	*(1)	*(1)	*(1)	*(1)
TMP75C-Q1	0.0625°C (12 位)	0ns	不适用	*(1)	*(1)	OS	FQ	FQ	POL	TM	SD	*(1)	*(1)	*(1)	*(1)	*(1)	*(1)	*(1)	*(1)
TMP175-Q1	0.0625°C (12 位)	4ns	不适用	OS	R1	R0	F1	F0	POL	TM	SD	不适用							

(1) * 符号表示保留的配置寄存器。

4 采用 TMP110 的 TMP1075 成本优化型双源布局

TMP110 是一款非常精确、具有成本效益和低功耗的 I2C 温度传感器。通过在给定电路设计中允许更多器件，双源特性可提供低成本优势、提高供应链灵活性并更大程度地降低风险。双源是在一个封装中整合了两个不同器件的尺寸。

TMP110 是 5 引脚 X2Son 封装，其设计比 75 器件典型的常见 8 引脚 VSSOP 和 SOIC 封装更小。这意味着 TMP110 适合常见的 8 引脚封装。TMP110 具有 5 个不同的可订购产品（表 4-1）。可订购产品提供了警报引脚和地址引脚选择。在地址引脚可订购产品中，用户可以在 I2C 总线上选择不同的地址。表 4-1 中列出了不同的可订购产品。TMP110 的最小过孔孔径直径为 4mil，最小过孔直径为 13.78mil。根据 PCB 中的层数，有多种双源选项可供选择。

表 4-1. TMP110 中的不同可订购产品

GPN	功能	OPN	器件目标地址
TMP110	警报	TMP110D0IDPWR	1001000
		TMP110D1IDPWR	1001001
		TMP110D2IDPWR	1001010
		TMP110D3IDPWR	1001011
	地址	TMP110DIDPWR	1000000 (GND)、1000001 (VDD)、1000010 (SDA)、1000011 (SCL)

表 4-2 展示了 TMP1075 VSSOP 封装与包含警报引脚（可订购）的 TMP110 之间的双源封装选项。表 4-2 显示了 TMP1075 和 TMP110 之间的封装连接。还显示了器件之间的引脚排列以供参考。

表 4-2. 双源封装连接

LM/TMPx75 VSSOP	TMP110
引脚 1 - SDA	引脚 4 - SDA
引脚 2 - SCL	引脚 2 - SCL
引脚 3 - 警报	引脚 3 - 警报
引脚 4 - GND	引脚 1 - GND
引脚 (5-7) - A0、A1、A2	引脚 1 - GND
引脚 8 - VDD	引脚 5 - VDD

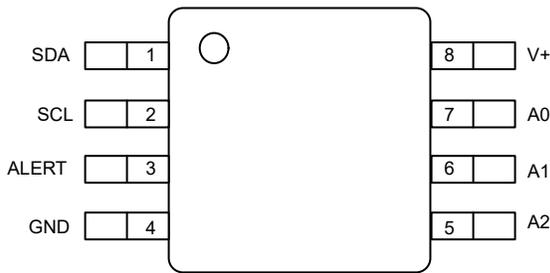


图 4-1. 8 引脚 VSSOP 顶视图

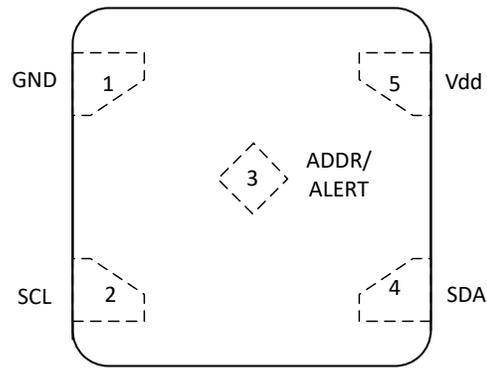


图 4-2. 5 引脚 X2Son 顶视图

图 4-3 和图 4-4 显示了 4 层双源解决方案顶视图概览的 3D 和 2D 布局布线。为简单起见，所显示的电路板遵循常见的四层电路板配置，其中包含以下层：信号、VDD、GND 和信号。TMP110 上的警报引脚位于 PCB 底层。3D 和 2D 视图所示的过孔直径为 16mil，孔尺寸为 8mil。借助所示的布局布线，可实现两层选项。

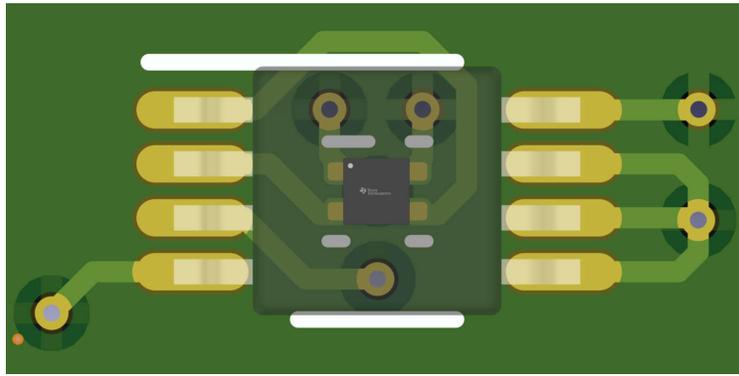


图 4-3. 3D 电路板图像

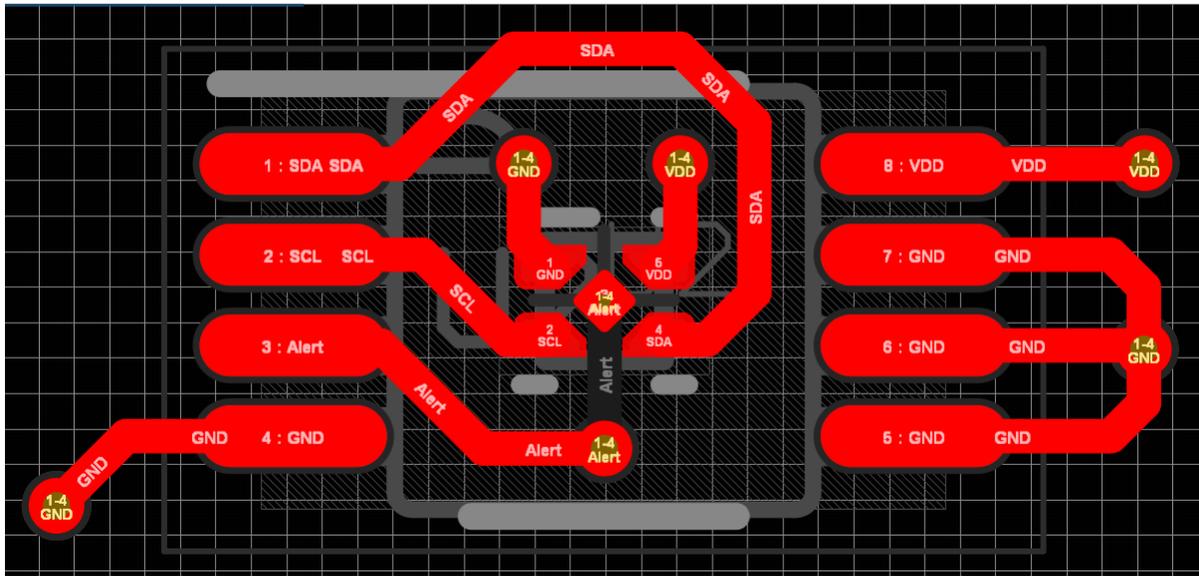


图 4-4. 顶层布局

5 Linux 驱动程序

通用的 Linux 驱动程序提供了 75 个器件系列之间的一个兼容性源 (表 5-1)。Linux 驱动程序不是由 TI 创建的，而是由公众创建的。Linux 驱动程序为 MCU 提供了通过 I2C 与传感器进行通信所需的软件，以及读取和写入寄存器的能力。Linux 驱动程序 GitHub 位于[此处](#)。

表 5-1. Linux 驱动程序 lm75.c 支持的器件

器件 ⁽¹⁾								
adt75	at30ts74	ds1775	ds75	ds7505	g751	lm75	lm75a	lm75b
max6625	max6626	max31725	mcp980x	pct2075	stds75	stlm75	tcn75	tcn75
tmp100	tmp101	tmp105	tmp112	tmp175	tmp275	tmp75b	tmp75c	tmp1075

(1) 撰写本文时支持的器件。

使用 Linux 驱动程序时，软件兼容性不是问题，因为所有这些器件都直接由同一个驱动程序提供支持。Q 型号与其相应的商业型号软件兼容。目前，TI 的新器件 TMP110 未在公共源代码中列出。如节 3 所示，TMP112 与 TMP110 软件兼容。所有 75 系列器件的通信均由 Linux 驱动程序控制。

6 转换时间和分辨率设置重点内容

德州仪器 (TI) 正致力于开发可改善转换结果的新技术。转换时间描述进行新的温度测量所需的时间。器件分辨率和转换时间成反比。一般来说，分辨率越高，器件输出新温度测量值所需的时间就越长。表 6-1 中介绍了 TMP275、TMP175 和 TMP75 之间的关系。TMP275、TMP175 和 TMP75 具有可编程 ADC，用户可以在 9 位分辨率模式到 12 位分辨率模式之间进行选择。通过修改配置寄存器中的 R0 和 R1 来选择分辨率。TI 较旧的 LM75 器件采用的技术需要更多时间来转换数据，从而实现 9 位分辨率。TMP1075 具有 12 位分辨率，用户通过更改配置寄存器中的 R0 和 R1 位来选择不同的转换时间。TMP1075 在各测量之间会进入睡眠模式，以节省电力。在对器件进行比较时，TMP1075 可提供更好的转换时间结果。图 6-1 所示为一个图，该图详细说明了出现新温度之前的等待时间。

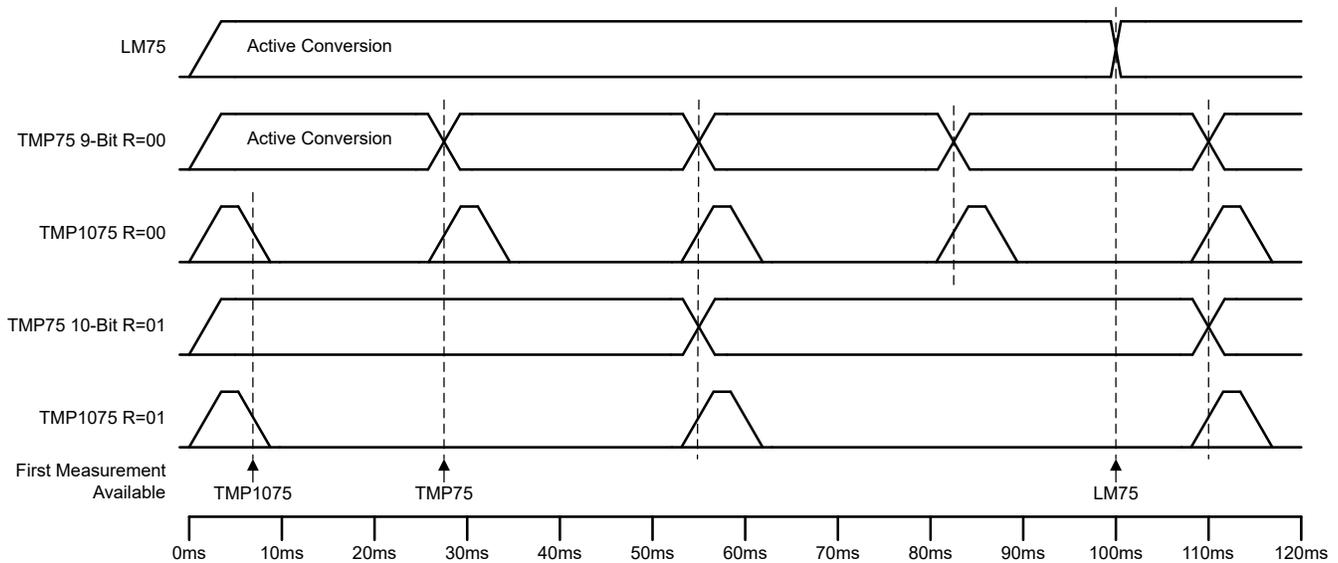


图 6-1. 转换时间

表 6-1. TMP275、TMP175 和 TMP75 转换时间

位选择	分辨率	转换时间
R0 = 0, R1 = 0	9 位	27.5ms
R0 = 0, R1 = 1	10 位	55ms
R0 = 1, R1 = 0	11 位	110ms
R0 = 1, R1 = 1	12 位	220ms

7 解读数字温度输出：数据编码兼容性

如图 6-1 所示，14 个器件具有不同的分辨率值；但是，温度输出仍然兼容。分辨率定义了读取温度值时可用的位深度。图 7-1 展示了如何在 12 位分辨率和 9 位分辨率下根据 I2C 数据计算温度值。I2C 为您提供一个 2 字节的值，但只会使用前 12 位来转换数据。兼容性发生在位权重分布上。为每个位分配一个小数值，然后将其加在一起以形成温度结果。第一个字节描述了符号和整数值。本文档中所述的所有分辨率大于 8 位的 TI 温度传感器都有一个兼容的第一个字节。分辨率差异发生在第二个字节中。第二个字节描述了器件的有限精度。如图 7-1 所示，12 位分辨率比 9 位分辨率显示的数据准确度更高，但仍然兼容。

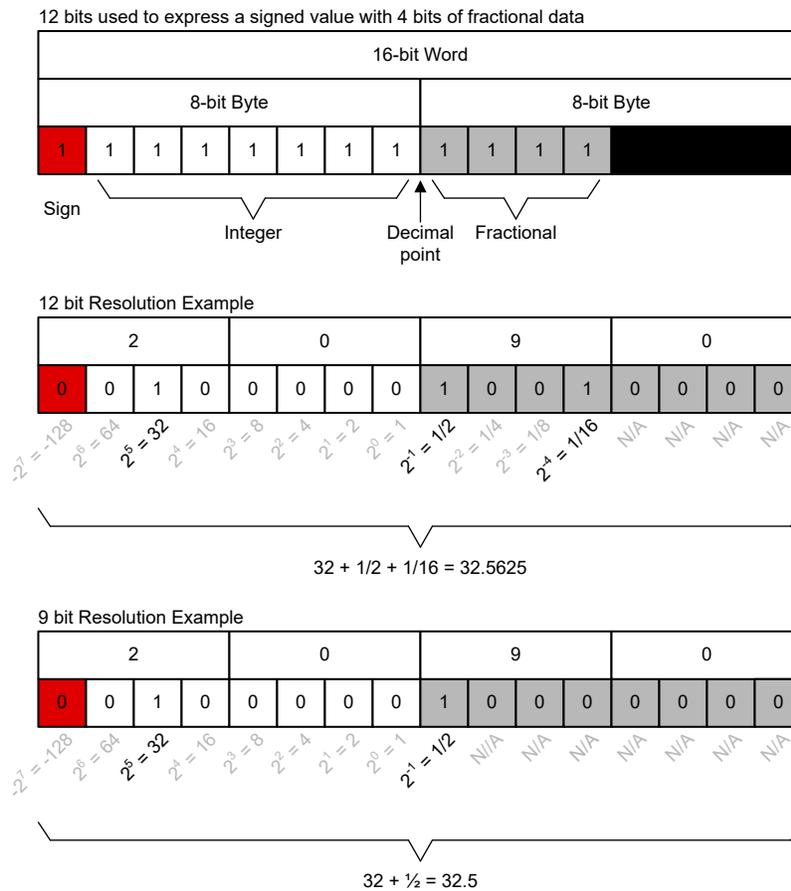


图 7-1. 温度转换计算

8 总结

德州仪器 (TI) 提供一系列不同的数字温度传感器，这些传感器与称为 75 系列器件的双线制、SMBus 和 I2C 接口兼容。得益于本应用手册中的指导，读者现在已经大致了解了 75 系列器件之间的硬件和软件变化。读者可根据本应用手册评估 TMP1075、TMP110 和 TMP112-Q1 器件的优势。此外，读者现在已经了解了可用的 Linux 驱动程序、转换时间的优势以及数据编码功能。总的来说，本应用手册中的内容可指导客户从 75 系列 TI 温度传感器中选择适合其应用的传感器。

9 参考文献

有关本应用手册中引用的器件的更多信息，另请参阅：

- 德州仪器 (TI)，[I2C-Designer](#) 设计工具。
- [Linux 驱动程序 GitHub](#)。
- 德州仪器 (TI)，[SMBus 速成](#) 应用手册。
- 德州仪器 (TI)，[TMP1075 具有 I2C 和 SMBus 接口且采用业界通用 LM75 外形尺寸和引脚输出的温度传感器数据表](#)。
- 德州仪器 (TI)，[TMP112-Q1 采用 SOT563 封装的汽车级高精度、低功耗数字温度传感器数据表](#)。
- 德州仪器 (TI)，[TMP275 具有 I2C 和 SMBus 接口且采用业界通用 LM75 外形尺寸和引脚输出的 ±0.5°C 温度传感器数据表](#)。
- 德州仪器 (TI)，[TMPx75 具有 I2C 和 SMBus 接口且采用业界通用 LM75 外形尺寸和引脚输出的温度传感器数据表](#)。
- 德州仪器 (TI)，[TMPx75 具有 I2C 和 SMBus 接口且采用业界通用 LM75 外形尺寸和引脚输出的温度传感器数据表](#)。
- 德州仪器 (TI)，[TMP75B 具有两线制接口和警报功能的 1.8V 数字温度传感器数据表](#)。
- 德州仪器 (TI)，[TMP75C 具有两线制接口和警报功能的 1.8V 数字温度传感器数据表](#)。
- 德州仪器 (TI)，[LM75A 具有双线制接口的数字温度传感器和看门狗热管理数据表](#)。
- 德州仪器 (TI)，[LM75x 具有双线制接口的数字温度传感器和看门狗热管理数据表](#)。
- 德州仪器 (TI)，[TMPx75-Q1 具有 I2C 和 SMBus 接口且采用业界通用 LM75 外形尺寸和引脚排列的汽车级温度传感器数据表](#)。
- 德州仪器 (TI)，[TMP75B-Q1 具有两线制接口和警报功能的 1.8V 数字温度传感器数据表](#)。
- 德州仪器 (TI)，[TMP75C-Q1 具有两线制接口和警报功能的 1.8V 数字温度传感器数据表](#)。

10 修订历史记录

Changes from Revision * (November 2023) to Revision A (March 2024)	Page
• 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式.....	1
• 将文档标题从 <i>TMP LM 75 比较常见问题解答</i> 更新为 <i>LM75B 和 TMP1075 业界通用器件：设计指南和规格比较</i>	1
• 添加了附加摘要文本.....	1
• 将标题从 <i>硬件兼容性</i> 更新为 <i>应用手册中包含的期间：封装引脚排列和规格兼容性</i>	2
• 将标题从 <i>TMP1075</i> 更改为 <i>TMP1075：采用业界通用封装的新一代 LM75 传感器，适用于成本优化型设计</i> ...	2
• 将标题从 <i>TMP110</i> 更改为 <i>TMP110：采用小型 X2SON 封装、极具成本效益且基于 LM75 的传感器</i>	3
• 将标题从 <i>TMP112-Q1</i> 更新为 <i>TMP112-Q1：基于 LM75 且适用于汽车类设计的功能安全型传感器</i>	3
• 将标题从 <i>数据编码兼容性</i> 更新为 <i>解读数字温度输出：数据编码兼容性</i>	8

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 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功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2024，德州仪器 (TI) 公司