



**Sensor Concise Manual and Their  
Application Circuits  
—Temperature Sensor Fascicule**

# 传感器简明手册及 应用电路

—温度传感器分册（下册）

· 刘畅生 于建国 张昌民 宣宗强 编著



西安电子科技大学出版社

<http://www.xduph.com>

# 传感器简明手册及应用电路

## ——温度传感器分册

(下 册)

刘畅生 于建国 张昌民 宣宗强 编著

西安电子科技大学出版社

2006

## 内 容 简 介

本套书分为上、下两册，主要介绍各种常用的新型集成温度传感器及其应用电路。内容涉及各种温度传感器集成电路的特点、技术指标、主要参数、引脚说明、内部原理框图及拓展电路等。其中，上册主要介绍具有串行数据总线接口的温度传感器；下册主要介绍各种模拟输出、脉冲输出温度传感器和温度调节器件。

本书为下册，分为三章。第1章为模拟输出温度传感器，该类器件的输出为电压输出或电流输出；第2章为数字输出温度传感器，该类器件的输出为频率输出或PWM输出；第3章为温度控制器/调节器，其中包括无通信接口的温度控制器/调节器和具有通信接口的温度控制器/调节器。

本书既可作为与温度测量控制有关的工程设计人员和维修人员的工具书，也可以作为大专院校测控技术专业师生及相关人员的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

传感器简明手册及应用电路：温度传感器分册. 下册 / 刘畅生等编著.

—西安：西安电子科技大学出版社，2006.6

ISBN 7-5606-1654-2

I. 传... II. 刘... III. 温度传感器—手册 IV. TP212-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 016820 号

策 划 云立实

责任编辑 王晓杰 云立实

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

<http://www.xduph.com>

E-mail: [xdupfb@pub.xaonline.com](mailto:xdupfb@pub.xaonline.com)

经 销 新华书店

印刷单位 西安文化彩印厂

版 次 2006年6月第1版 2006年6月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印 张 23.375

字 数 555千字

印 数 1~4000册

定 价 35.00元

ISBN 7-5606-1654-2/TN·0329

**XDUP 1946001-1**

\*\*\*如有印装问题可调换\*\*\*

本社图书封面为激光防伪覆膜，谨防盗版。

# 前 言

在各种测量及自动化系统中，传感器是用来获取信息的主要基本设备。随着计算机技术的发展，传感器技术获得了显著的提高，社会需求也愈来愈多。近年来，不论是在种类上还是在数量上，传感器都以极快的速度增长。鉴于传感器的种类和数量繁多，为帮助广大读者掌握并用好相关传感器，作者根据多年的实践经验，在查阅大量资料的基础上编写了本书。

本套书分为上、下两册，主要介绍各种常用的新型温度传感器集成电路和它们的应用电路。其中，上册主要介绍具有串行数据接口的温度传感器；下册主要介绍各种模拟输出、数字输出温度传感器和温度调节与控制器件。

基于本书的编写目的，加之由于篇幅所限，对书中所选器件，我们只给出了其基本信息、主要参数、技术指标和相关应用电路，读者如需了解更为详细的信息，可查阅生产厂家的相关手册和资料。

在本书的编写过程中，周渭教授和王家荣老师给予了很多帮助，并提出了许多宝贵的建议和意见，王水平老师对全书进行了认真的审阅，在此表示衷心的感谢。

由于作者的水平和条件所限，书中的错误和不妥之处在所难免，恳请广大读者和同行批评、指正。

编 者  
2006年1月

# 目 录

<b>第 1 章 模拟输出温度传感器</b> .....	1
1.1 两线 IC 温度传感器 AD590 .....	1
1.2 低成本高精度 IC 温度传感器 AD592 .....	7
1.3 具有冷端补偿的单片热电偶放大器 AD594/AD595 .....	13
1.4 具有信号调理的电压输出温度传感器 AD22100 .....	19
1.5 3.3 V 电源具有信号调理的电压输出温度传感器 AD22103 .....	23
1.6 低电压温度传感器 ADT45/ADT50.....	25
1.7 模拟温度传感器 DS60 .....	32
1.8 $\pm 0.5$ 精度模拟温度传感器 DS600 .....	34
1.9 带隔离、温度传感器信号调理的 4~20 mA 两线发送器 IXR100 .....	37
1.10 2.4 V、10 $\mu$ A 的温度传感器 LM19 .....	42
1.11 2.4 V、10 $\mu$ A 的温度传感器 LM20 .....	45
1.12 高精度华氏温度传感器 LM34 .....	48
1.13 高精度摄氏温度传感器 LM35 .....	55
1.14 SOT-23 摄氏温度传感器 LM45 .....	61
1.15 SOT-23 单电源摄氏温度传感器 LM50 .....	65
1.16 SOT-23 或 TO-92 单电源摄氏温度传感器 LM60 .....	68
1.17 SOT-23 或 TO-92 单电源摄氏温度传感器 LM61 .....	71
1.18 2.7 V、15.6 mV/ $^{\circ}$ C 温度传感器 LM62 .....	74
1.19 高精度温度传感器 LM135/LM235/LM335 .....	76
1.20 多增益模拟温度传感器 LM94021 .....	85
1.21 具有 AB 类输出的多增益模拟温度传感器 LM94022 .....	89
1.22 低功耗模拟温度传感器 MAX6605 .....	93
1.23 低功耗模拟温度传感器 MAX6607/MAX6608 .....	96
1.24 具有电压基准的高精度、低功耗模拟温度传感器 MAX6610/MAX6611 .....	99
1.25 高温度系数低功耗模拟温度传感器 MAX6612 .....	102
1.26 低电压模拟温度传感器 MAX6613 .....	105
1.27 低功耗电压温度传感器 MCP9700/MCP9701 .....	108
1.28 低电压 CMOS 温度传感器 S-8110AMP .....	113
1.29 低电压 CMOS 温度传感器 S-8110ANP .....	116
1.30 低电压 CMOS 温度传感器 S-8120AMP .....	119
1.31 低电压 CMOS 温度传感器 S-8120ANP .....	122

1.32	高精度温度/电压转换器 TC1046 .....	126
1.33	高精度温度/电压转换器 TC1047 .....	128
1.34	低成本电流输出温度传感器 TMP17 .....	131
1.35	低电源电压温度传感器 TMP35/TMP36/TMP37 .....	135
1.36	隔离型热电偶调理器 2B50 .....	142
1.37	四通道隔离型热电偶调理器件 2B54/2B55 .....	147
1.38	高精度热电偶冷端补偿器件 2B56 .....	154
<b>第 2 章 数字输出温度传感器 .....</b>		<b>160</b>
2.1	周期/频率输出温度传感器 MAX6576/MAX6577 .....	160
2.2	高精度 PWM 输出温度传感器 MAX6666/MAX6667 .....	163
2.3	PWM 输出温度传感器 MAX6672/MAX6673 .....	168
2.4	低电压 PWM 输出温度传感器 MAX6676/MAX6677 .....	172
2.5	四通道热敏电阻温度/脉冲宽度转换器 MAX6691 .....	176
2.6	高精度 PWM 输出温度传感器 TMP05/TMP06 .....	179
<b>第 3 章 温度控制器/调节器 .....</b>		<b>186</b>
3.1	无通信接口的温度控制器/调节器 .....	186
3.1.1	热电偶调理器和门限控制器 AD596/AD597 .....	186
3.1.2	电阻设置门限温度调节开关 AD22105 .....	191
3.1.3	双温度比较器 DS56 .....	194
3.1.4	出厂前预置温控器 LM26 .....	194
3.1.5	120~150℃ 出厂前预置温控器 LM27 .....	201
3.1.6	双输出低功耗温控器 LM56 .....	204
3.1.7	双输出内部预置温控器 LM66 .....	211
3.1.8	出厂前预置的双远端二极管温控器 LM88 .....	213
3.1.9	微功耗温度开关 MAX6501/MAX6502/MAX6503/MAX6504 .....	217
3.1.10	双门限温度开关 MAX6505/MAX6506/MAX6507/MAX6508 .....	223
3.1.11	电阻设置门限温度开关 MAX6509/MAX6510 .....	229
3.1.12	低成本远端温度开关 MAX6511/MAX6512/MAX6513 .....	235
3.1.13	具有模拟输出的温度开关 MAX6516/MAX6517/MAX6518/MAX6519 .....	239
3.1.14	具有过热报警输出的自动 PWM 风扇速度控制器 MAX6643/MAX6644/MAX6645 .....	245
3.1.15	具有出厂前设置温度门限的风扇控制器/驱动器 MAX6665 .....	252
3.1.16	具有风扇控制器/驱动器的远端温度开关 MAX6668/MAX6670 .....	256
3.1.17	具有集成功率开关的风扇故障检测器 MAX6684 .....	261
3.1.18	具有双输出的远端测温温度开关 MAX6685/MAX6686 .....	264
3.1.19	本地/远端温度开关 MAX6687/MAX6688 .....	269
3.1.20	具有可设置滞回的逻辑输出温度开关 TC07 .....	274
3.1.21	5 V 双门限温度开关 TC620/TC621 .....	277

3.1.22	低成本单门限温度开关 TC622/TC624.....	282
3.1.23	3 V 双门限温度开关 TC623 .....	285
3.1.24	具有风扇和过温检测的集成温度风扇控制器 TC652/TC653.....	288
3.1.25	具有引脚可选滞回的温度开关 TC6501/TC6502/TC6503/TC6504 .....	293
3.1.26	低功耗引脚可选门限温度控制器 TMP01 .....	298
3.2	具有通信接口的温度控制器/调节器 .....	304
3.2.1	双温度控制的非易失 D/A 转换器 DS1851 .....	304
3.2.2	具有风扇控制的远端二极管数字温度传感器 LM63 .....	307
3.2.3	具有 SMBus 串行接口的风扇控制器和远端数字温度传感器 MAX1669.....	311
3.2.4	具有 SMBus 串行接口的本地温度比较器 MAX1755/MAX1756 .....	317
3.2.5	具有双自动风扇速度控制器的温度监视器 MAX6640.....	322
3.2.6	SMBus 兼容的温度监视器和自动风扇速度控制器 MAX6641.....	328
3.2.7	具有 I <sup>2</sup> C/SMBus 接口的风扇速度控制器和监视器 MAX6650/ MAX6651.....	334
3.2.8	温度监视器和 PWM 风扇控制器 MAX6653/MAX6663/MAX6664 .....	340
3.2.9	具有 SMBus 接口的远端结温控制风扇转速调节器 MAX6660.....	348
3.2.10	具有 SPI 兼容接口的远端温度控制风扇转速调节器 MAX6661 .....	353
3.2.11	具有双 PWM 自动风扇速度控制器和五路 GPIO 的两通道温度监视器 MAX6678.....	359
<b>参考文献.....</b>		<b>365</b>

# 第 1 章 模拟输出温度传感器

## 1.1 两线 IC 温度传感器 AD590

AD590 是一种两线集成电路温度传感器，它可产生一个正比于绝对温度的输出电流。当电源电压在 4~30 V 之间时，它作为一个高阻抗的器件输出一个  $1 \mu\text{A}/\text{K}$  的恒定电流。出厂时 AD590 被校准为 298.2 K(25°C)，其输出为 298.2  $\mu\text{A}$ 。在当前使用传统电温度传感器测量 150°C 以下温度的任何地方，都可使用 AD590 温度传感器。AD590 在远程温度检测应用中特别适合，其高阻抗电流输出特性，使它对电源电压有一个较大的适应范围，且只要使用具有良好绝缘特性的双绞线就可以满足距接收端数百英尺远的测量。AD590 的输出特性使得它很容易多路复用，例如使用 CMOS 多路开关就可以开关它的电流，使用逻辑门就可以开关它的电源电压。

### 1. 主要特点

- (1) 线性电流输出： $1 \mu\text{A}/\text{K}$ 。
- (2) 宽温度范围： $-55 \sim 150^\circ\text{C}$ 。
- (3) 检测与陶瓷传感器封装兼容。
- (4) 两线器件：电压输入/电流输出。
- (5) 激光微调到  $\pm 0.5^\circ\text{C}$  的校准精度(AD590M)。
- (6) 全温度范围内良好的线性： $\pm 0.3^\circ\text{C}$ (AD590M)。
- (7) 电源电压：4~30 V。
- (8) 低成本。

### 2. 引脚图

AD590 的引脚图如图 1.1 所示。

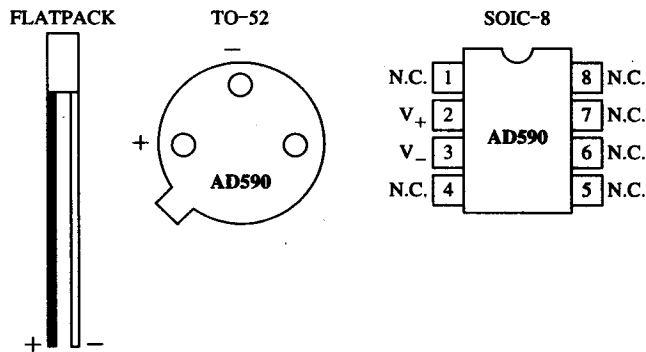


图 1.1 AD590 的引脚图



### 3. 内部原理框图和温度误差曲线

AD590 的内部原理框图和温度误差曲线如图 1.2、图 1.3 和图 1.4 所示。

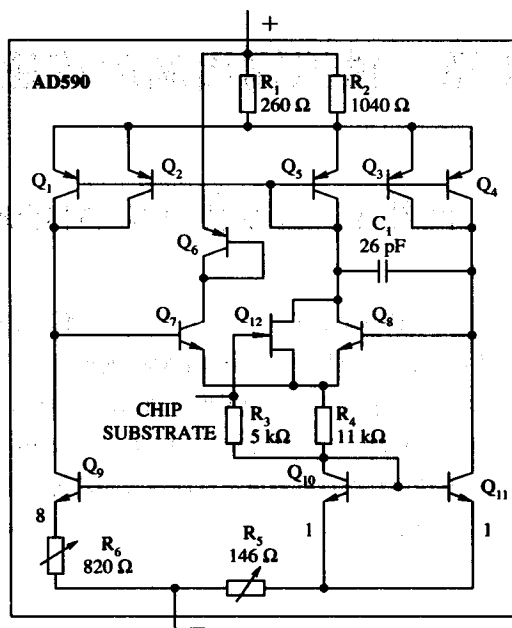


图 1.2 AD590 的内部原理框图

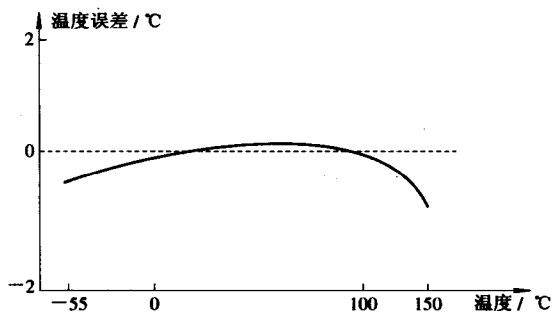


图 1.3 AD590 的典型温度误差曲线

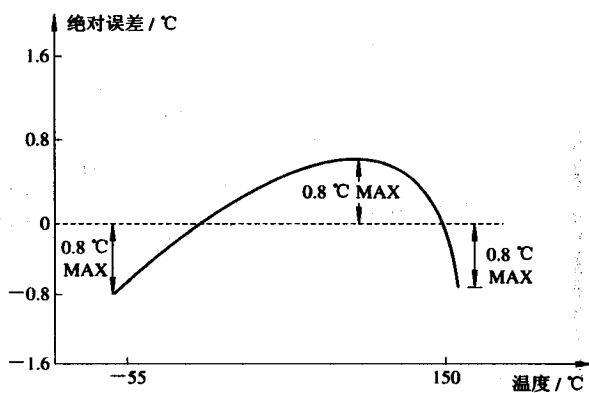


图 1.4 AD590 的非线性温度误差曲线

#### 4. 技术参数

AD590 的主要极限参数和技术参数如表 1.1、表 1.2 和表 1.3 所示。

表 1.1 AD590 的主要极限参数

正向电压(E+或 E-)	44 V
反向电压(E+到 E-)	-20 V
击穿电压(E+或 E-)	±200 V
额定性能温度	-55~150°C
储存温度	-65~155°C
焊接温度	300°C(10 s)

表 1.2 AD590J 和 AD590K 的主要技术参数

(25°C,  $V_s=5\text{ V}$ , 除另有说明外)

参 数	AD590J			AD590K			单位
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
工作电源范围	4		30	4		30	V
输 出							
25°C(298.2 K)电流输出		298.2			298.2		μA
温度系数		1			1		μA/K
25°C时校准误差			±5.0			±2.5	°C
绝对误差(额定温度范围)							
无外部校准调整			±10			±5.5	°C
25°C校准调整到零			±3.0			±2.0	°C
非 线 性							
TO-52 和 Flatpack 封装			±1.5			±0.8	°C
SIOC-8 封装			±1.5			±1.0	°C
重复性			±0.1			±0.1	°C
长时漂移			±0.1			±0.1	°C
电流噪音		40			40		pA/√Hz
电 源 抑 制							
$4\text{ V} \leq V_s \leq 5\text{ V}$		0.5			0.5		μA/V
$5\text{ V} \leq V_s \leq 15\text{ V}$		0.2			0.2		μA/V
$15\text{ V} \leq V_s \leq 50\text{ V}$		0.1			0.1		μA/V
外壳与引脚隔离		$10^{10}$			$10^{10}$		Ω
旁路电容		100			100		pF
电导通时间		20			20		μs
反向偏置漏电流(反向电压为 10 V)注		10			10		pA

注：每增加 10°C 漏电流加倍。

表 1.3 AD590L 和 AD590M 的主要技术参数

( $T_A=25^\circ\text{C}$ ,  $V_S=5\text{V}$ , 除另有说明外)

参 数	AD590L			AD590M			单位
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
工作电源范围	4		30	4		30	V
输 出							
25°C(298.2 K)电流输出		298.2			298.2		$\mu\text{A}$
温度系数		1			1		$\mu\text{A}/\text{k}$
25°C时校准误差			$\pm 1.0$			$\pm 0.5$	$^\circ\text{C}$
绝对误差(额定温度范围)							
无外部校准调整			$\pm 3.0$			$\pm 1.7$	$^\circ\text{C}$
25°C校准调整到零			$\pm 1.6$			$\pm 1.0$	$^\circ\text{C}$
非线性			$\pm 0.4$			$\pm 0.3$	$^\circ\text{C}$
重复性			$\pm 0.1$			$\pm 0.1$	$^\circ\text{C}$
长时漂移			$\pm 0.1$			$\pm 0.1$	$^\circ\text{C}$
电流噪音		40			40		$\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$
电 源 抑 制							
$4\text{V} \leq V_S \leq 5\text{V}$		0.5			0.5		$\mu\text{A}/\text{V}$
$5\text{V} \leq V_S \leq 15\text{V}$		0.2			0.2		$\mu\text{A}/\text{V}$
$15\text{V} \leq V_S \leq 50\text{V}$		0.1			0.1		$\mu\text{A}/\text{V}$
外壳与引脚隔离		$10^{10}$			$10^{10}$		$\Omega$
旁路电容		100			100		pF
电导通时间		20			20		$\mu\text{s}$
反向偏置漏电流(反向电压为 10 V)注		10			10		pA

注：每增加  $10^\circ\text{C}$  漏电流加倍。

### 5. 应用电路

AD590 的典型电路如图 1.5~1.11 所示。

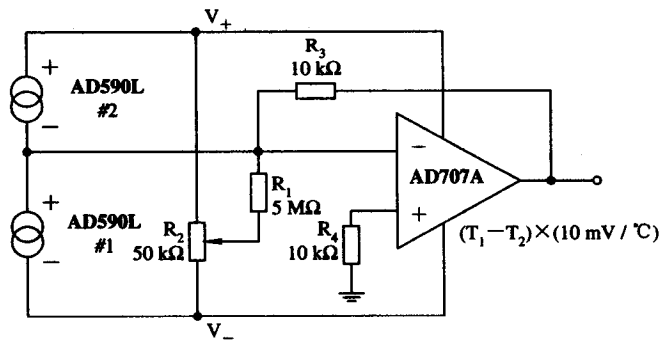


图 1.5 差分测量应用电路

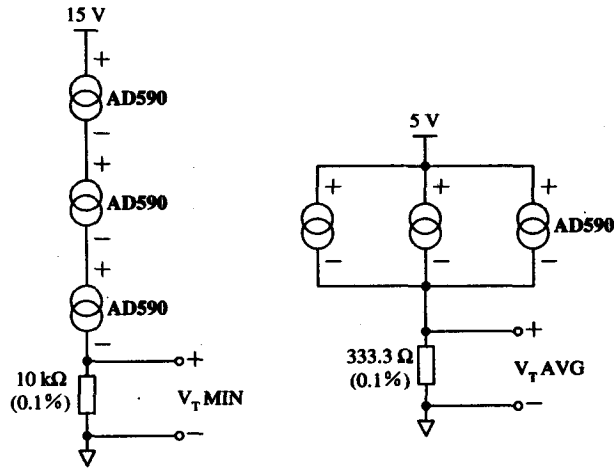


图 1.6 AD590 的串联和并联应用电路

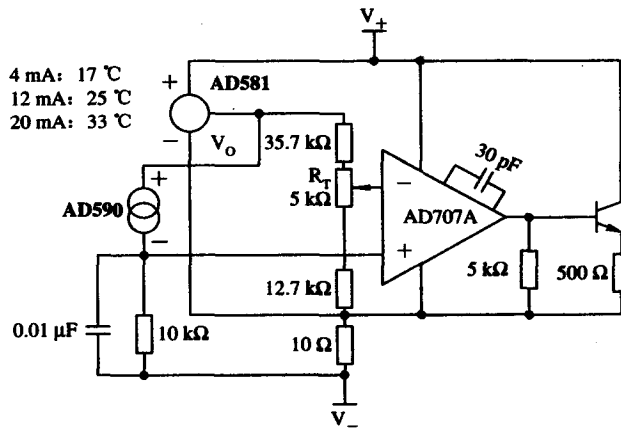


图 1.7 AD590 的 4~20 mA 电流发送应用电路

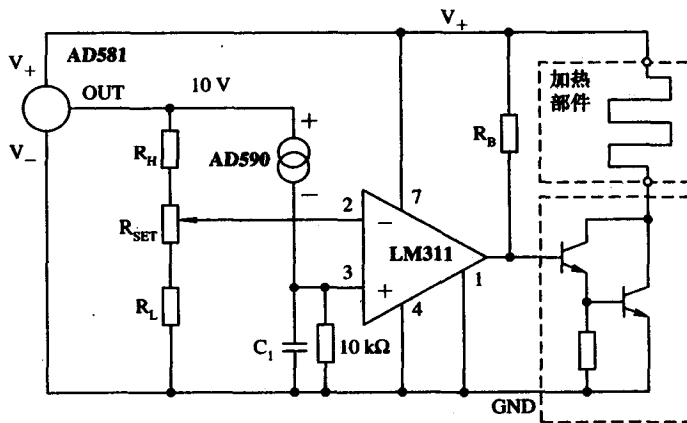


图 1.8 AD590 的简单温度控制电路

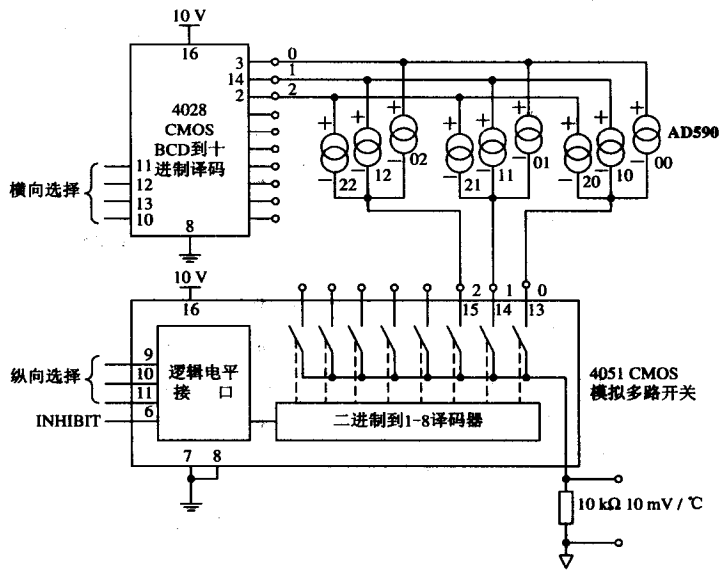


图 1.9 AD590 的矩阵多路测量温度电路

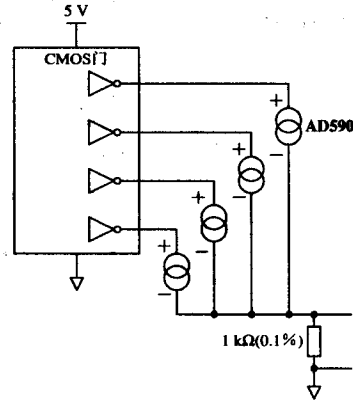


图 1.10 AD590 的 CMOS 逻辑驱动电路

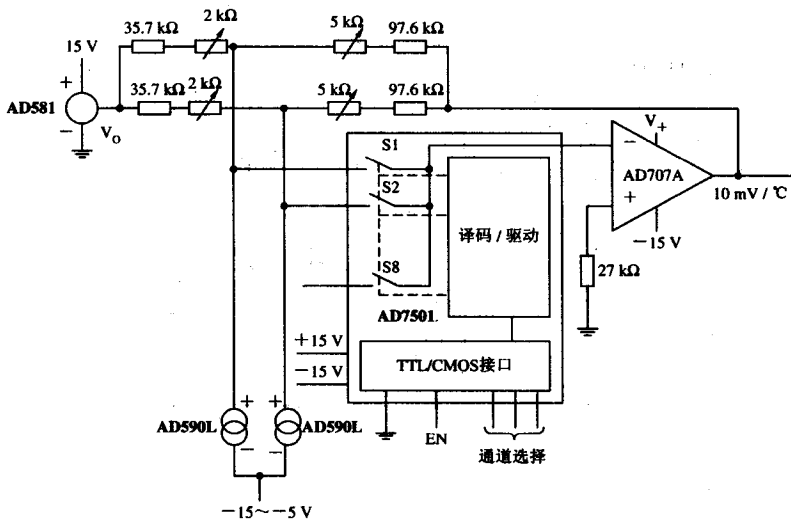


图 1.11 AD590 的八通道温度测量温度电路

## 6. 选型参考

AD590 的选型参考如表 1.4 所示。

表 1.4 AD590 的选型参考

型号	温度范围	封装形式	型号	温度范围	封装形式
AD590JH	-55~150°C	TO-52-3	AD590KR	-55~150°C	SOIC-8
AD590JF	-55~150°C	Flatpack	AD590LH	-55~150°C	TO-52-3
AD590JR	-55~150°C	SOIC-8	AD590LF	-55~150°C	Flatpack
AD590KH	-55~150°C	TO-52-3	AD590MH	-55~150°C	TO-52-3
AD590KF	-55~150°C	Flatpack	AD590MF	-55~150°C	Flatpack

## 1.2 低成本高精度 IC 温度传感器 AD592

AD592 是一种两线集成电路温度传感器，它产生一个与绝对温度成比例的输出电流。在宽范围电源电压情况下，它是一个高阻抗随温度变化的(1  $\mu\text{A}/\text{K}$ )电流源器件，新的工艺和技术使得它比以前的同等产品具有更优良的精度和线性。在使用传统温度传感器(即温度计、RTD、热电偶、二极管)且其测量范围在-25~105°C 的地方，都可以使用 AD592。另外，AD592 的高阻抗电流输出特性，使它在远程温度检测应用中可不受电源电压的波动和电源噪音的影响。AD592 可以很容易地实现多路复用，例如使用 CMOS 多路开关就可以开、关它的信号电流，也可以使用三态逻辑门控制它的电源电压。

### 1. 主要特点

- (1) 高预校准精度：最大为  $\pm 0.5^\circ\text{C}$  ( $25^\circ\text{C}$ )。
- (2) 良好的线性：最大为  $\pm 0.15^\circ\text{C}$  ( $0\sim 70^\circ\text{C}$ )。
- (3) 宽温度范围：-25~105°C。
- (4) 优良的重复性和稳定性。
- (5) 电源电压：4~30 V。
- (6) 线性电流输出：1  $\mu\text{A}/\text{K}$ 。
- (7) 两线器件：电压输入/电流输出。
- (8) 最小的自身热误差。

### 2. 引脚图和电流输出曲线

AD592 的引脚图和电流输出曲线如图 1.12 和图 1.13 所示。

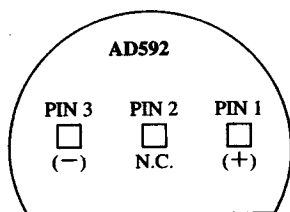


图 1.12 AD592 的引脚图

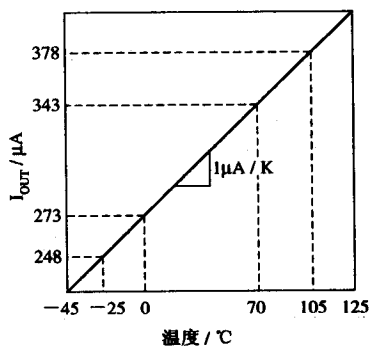


图 1.13 AD592 的温度—电流输出曲线

### 3. 电源电压/输出电流曲线和温度误差曲线

AD592 的电源电压/输出电流曲线、温度误差曲线和非线性误差曲线如图 1.14、图 1.15 和图 1.16 所示。

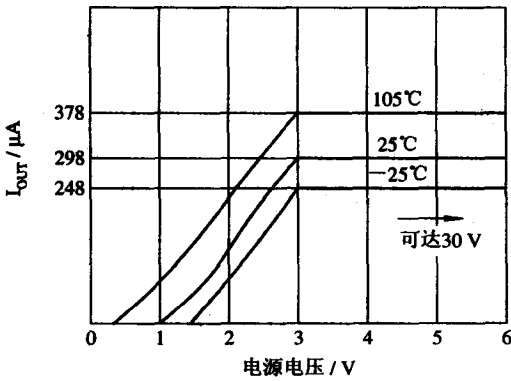


图 1.14 AD592 的电源电压/输出电流曲线

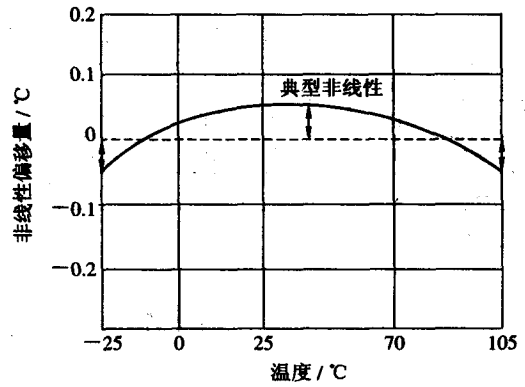


图 1.15 AD592CN 的温度误差曲线

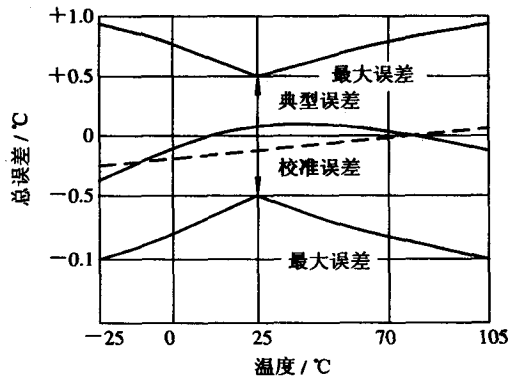


图 1.16 AD592CN 的非线性误差曲线

### 4. 技术参数

AD592 的主要技术参数如表 1.5 所示。

表 1.5 AD592 的主要技术参数

( $T_A=25^\circ\text{C}$ ,  $V_S=5\text{V}$ , 除另有说明外)

参 数	AD592AN			AD592BN			AD592CN			单 位
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
精 度										
25°C 时校准误差 注 1		1.5	2.5		0.7	1.0		0.3	0.5	°C
$T_A=0\sim 70^\circ\text{C}$										
温度误差		1.8	3.0		0.8	1.5		0.4	0.8	°C
非线性		0.15	0.35		0.1	0.25		0.05	0.15	°C
$T_A=-25\sim 105^\circ\text{C}$										
温度误差 注 2		2.0	3.5		0.9	2.0		0.5	1.0	°C
非线性		0.25	0.5		0.2	0.4		0.1	0.35	°C

续表

参数	AD592AN			AD592BN			AD592CN			单位
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
输出										
25°C(298.2 K)电流输出		298.2			298.2			298.2		μA
温度系数		1			1			1		μA/°C
重复性			0.1				0.1		0.1	°C
长时稳定性			0.1				0.1		0.1	°C/月
电源										
工作电源范围	4		30			30	4		30	V
电源抑制										
4 V ≤ V <sub>s</sub> ≤ 5 V		0.5		0.5				0.5		°C/V
5 V ≤ V <sub>s</sub> ≤ 15 V		0.2		0.2				0.2		°C/V
15 V ≤ V <sub>s</sub> ≤ 50 V		0.1		0.1				0.1		°C/V
极限参数										
工作温度	-25		105	-25		105	-25		105	°C
封装温度	-45		125	-45		125	-45		125	°C
正向电压(正到负)			44			44			44	V
反向电压(负到正)			20			20			20	V
焊接温度(10 s)			300			300			300	°C

注：1. 25°C误差可以使用外部校准调整零。

2. 测试参数均在 105°C的条件下进行，C级还进行-25°C测试。

### 5. 应用电路

AD592 的典型电路如图 1.17~1.26 所示。

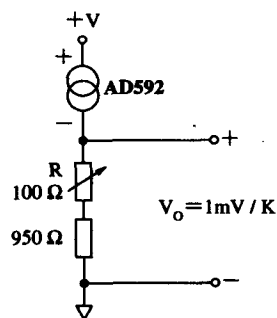


图 1.17 AD592 的基本电压输出(单可调点)电路

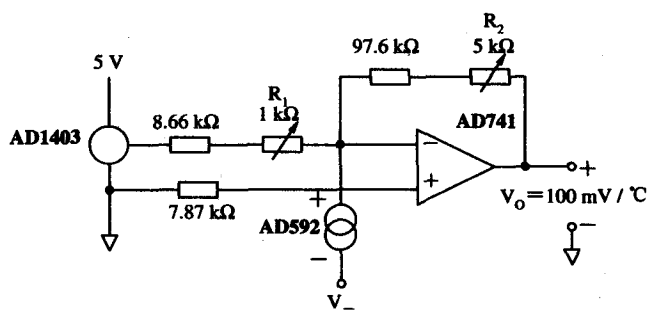


图 1.18 AD592 的双可调输出电路



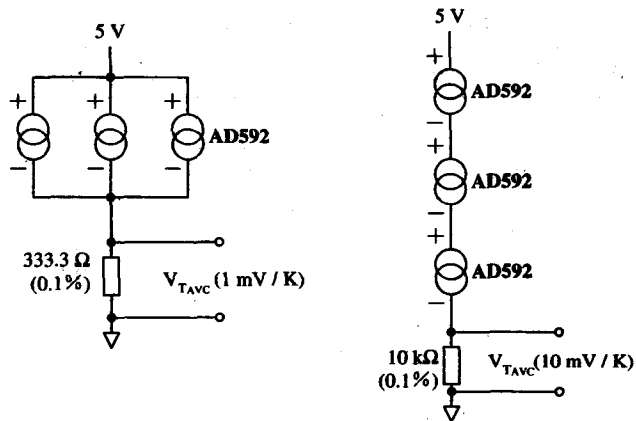


图 1.19 AD592 的平均温度电路和最低温度电路

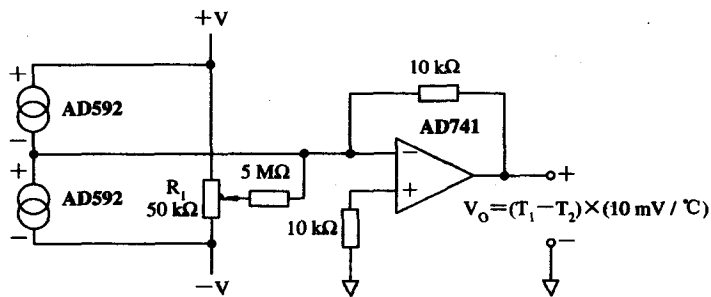


图 1.20 AD592 的差分测量温度电路

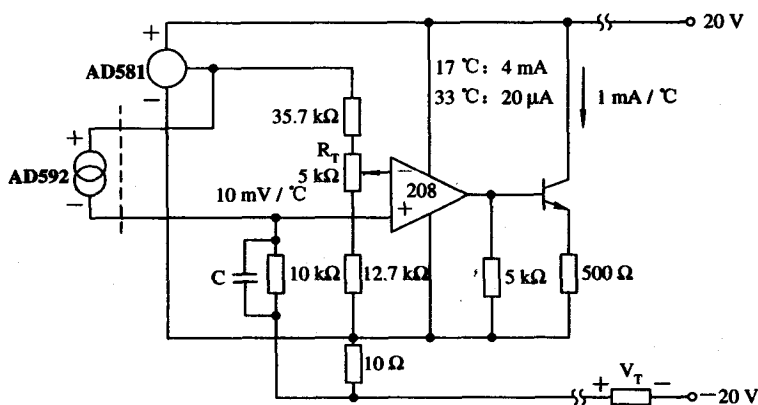


图 1.21 AD592 的 4~20 mA 电流发送应用电路