

隧道磁阻开关传感器简介

江苏多维科技有限公司是世界领先的隧道磁阻传感器（TMR Sensor -- Tunneling Magnetoresistance Sensor）厂商。多维科技已经拥有超过70项TMR传感器的发明和应用专利，并且还将持续深化和扩展这些专利。多维科技拥有世界先进的TMR传感器量产设备，已经成功量产了多款高性能的TMR传感器：包括TMR开关传感器、TMR角度传感器、TMR线性传感器、TMR梯度传感器等等。本文档简单介绍TMR开关传感器。

概述

多维科技 MMS 系列 TMR 开关传感器产品包括双极和全极两种数字输出 TMR 开关，为客户提供高灵敏度、高频响、超低功耗和高精度的磁触发数字开关。

TMR 开关传感器集成了采用高精度推挽式半桥 TMR 磁传感器和 CMOS 集成电路，包括 TMR 电压发生器、比较器、施密特触发器和 CMOS 输出电路，能将变化的磁场信号转化为数字电压信号输出。TMR 开关传感器通过内部电压稳压器来提供温度补偿电源，并允许宽的工作电压范围。TMR 开关传感器以低电压工作、极高响应频率、微安级的供电电流、宽的工作温度范围和高 ESD 耐压成为众多开关类应用的理想选择。图 1 是 TMR 开关传感器的功能框图。

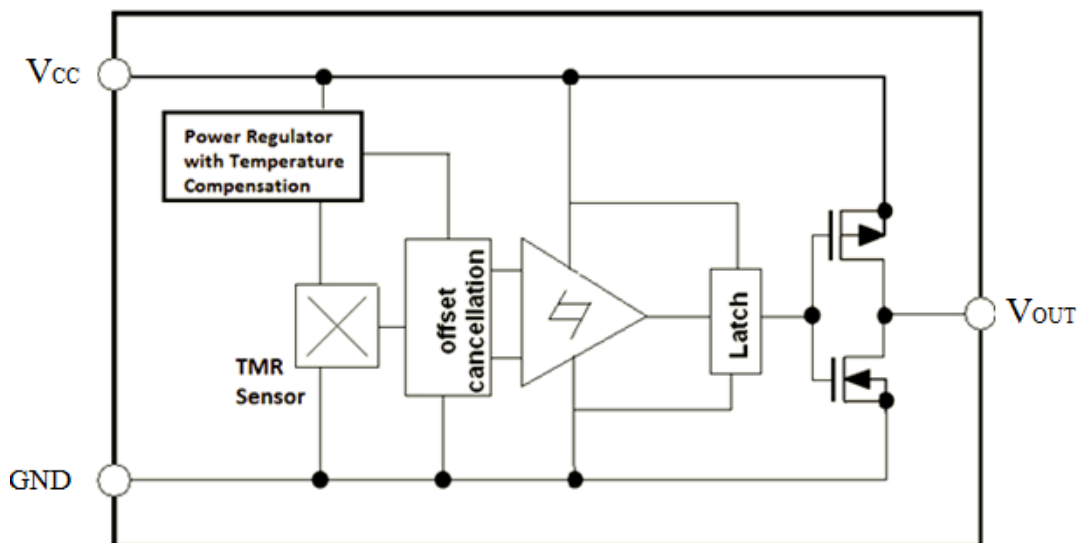


图 1: 功能框图

多维科技双极和全极数字输出 TMR 开关传感器提供两种不同封装的：TO-92S 和 SOT23-3。

型号	工作点/释放点 (G)	描述	封装
MMS101H	15/-15	双极输出	TO-92S/SOT23-3
MMS201H	±15/±10	全极输出	TO-92S/SOT23-3

表 1: TMR 开关传感器产品

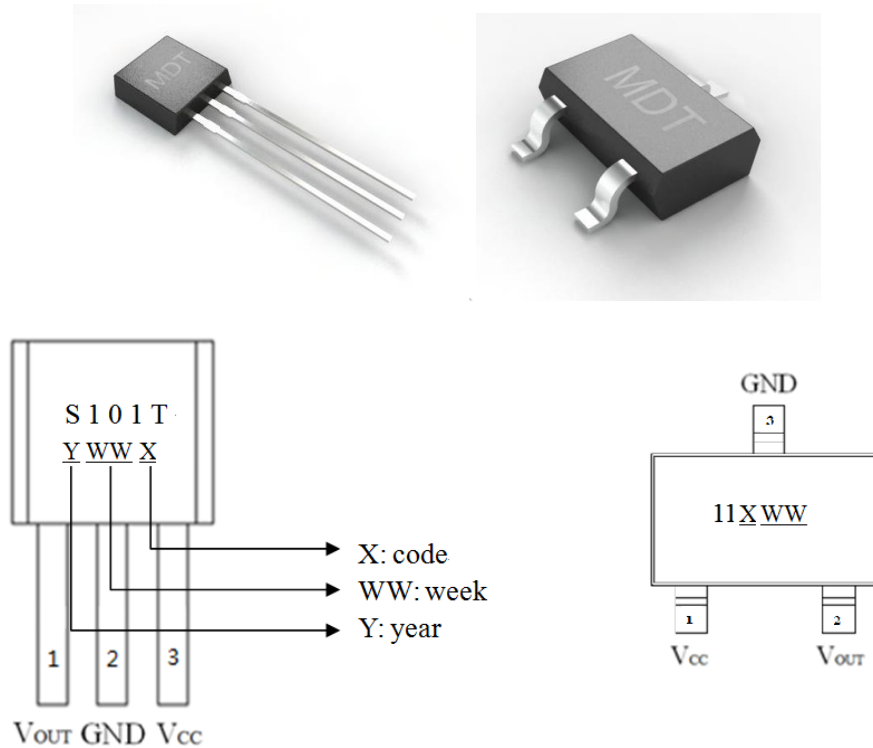


图 2: TO-92S/SOT23-3 管脚图

管脚名	序号		功能
	TO-92S	SOT23-3	
V _{OUT}	1	2	输出
GND	2	3	地
V _{CC}	3	1	电源

表 2: 管脚描述

性能参数

表格 3, 4 和 5 中描述了 TMR 双极和全极开关传感器的极限参数, 电气特性和磁特性等性能参数。

参数	符号	MMS101H	MMS201H	单位
工作电压	V_{CC}	7	7	V
反向工作电压	V_{RCC}	-0.3	0.4	V
输出电流	$I_{OUTSINK}$	10	10	mA
外加磁场	B	1200	1200	G
使用温度	T_A	-40 ~ 125	-40 ~ 125	°C
储存温度	T_{stg}	-50 ~ 150	-50 ~ 150	°C
ESD 性能(HBM)	V_{ESD}	4	5.5	kV

表 3: 极限参数

参数	符号	条件	MMS101H	MMS201H	单位
工作电压	V_{CC}	正常工作	1.8~3.0~5.5	1.8~3.0~5.5	V
输出高电平	V_{OH}		2.7~3	2.7~3	V
输出低电平	V_{OL}		0~0.2	0~0.2	V
工作电流	I_{CC}	输出开路	3.8	4.5	μA
响应频率	F		1	1	kHz
开启时间	t_{PO}		20	20	μs
输出上升时间	t_r		0.2	0.1	μs
输出下降时间	t_f		0.2	0.1	μs
封装			TO-92S SOT23-3	TO-92S SOT23-3	

表 4: 电气特性($V_{CC}=3V, T_A=25^\circ C$)

参数	符号	MMS101H	MMS201H	单位
工作点	B_{OP}	15	± 15	G
释放点	B_{RP}	-15	± 10	G
回差	B_H	30	5	G

表 5: 磁特性($V_{CC}=3V, T_A=25^{\circ}C$)

注: 请从最新的产品规格书上获取详细的产品参数。

开关传感器工作原理

当平行于 TMR 传感器敏感方向的磁场超过工作点门限 B_{OP} 时, 开关传感器输出低电平。当平行于 TMR 传感器敏感方向的磁场低于释放点 B_{RP} 时, 开关传感器输出高电平。磁场工作点和释放点的差值就是传感器的回差 B_H 。

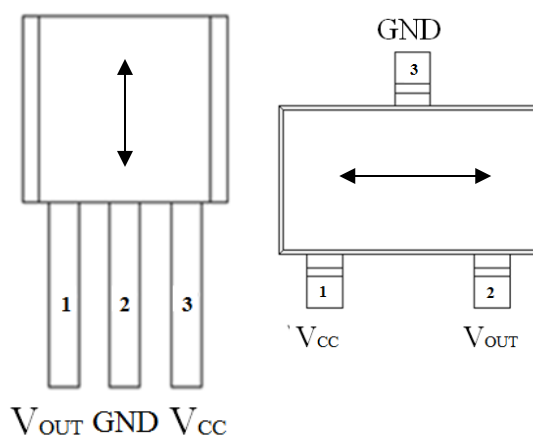


图 3: 磁场感应方向

参数	测试条件	输出
南极磁场	$B > B_{OP}$	低电平(开)
北极磁场	$B < B_{RP}$	高电平(关)

表 6: 双极开关输出和磁场关系

参数	测试条件	输出
南极磁场	$B > B_{OPS}$	低电平(开)
	$0 < B < B_{RPS}$	高电平(关)
北极磁场	$B < B_{OPN}$	低电平(开)
	$0 > B > B_{RPN}$	高电平(关)

表 7: 全极开关输出和磁场关系

注：上电时如工作磁场为零，输出信号为高电平。

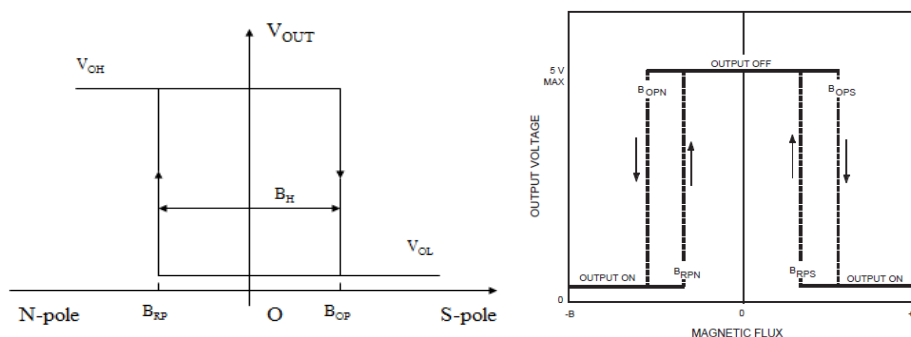


图 4: TMR 开关传感器工作原理

为了降低外部噪音，推荐在 TMR 开关传感器电源和地之间增加一个滤波电容（尽量靠近传感器）。如图 5 应用电路图所示，电容典型值为 0.1 μ F。

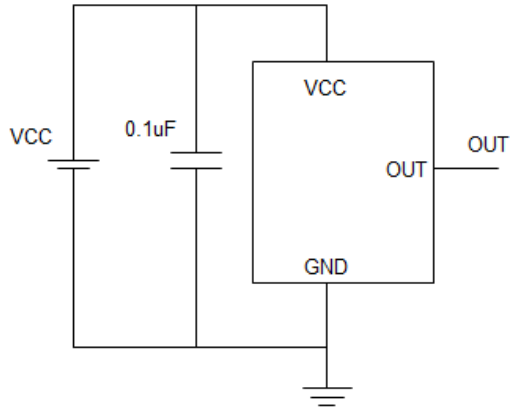


图 5: 典型管脚连接

应用指南

多维科技的隧道磁阻开关传感器相对竞争对手的产品，拥有众多优异的性能：

- 真正的固态开关
- 没有可移动的部件
- 推挽式双极/全极锁存输出
- 高灵敏度：允许使用更小的磁铁或者更大的工作间隙，便于安装
- 超低功耗：连续工作模式下 $<5\mu\text{A}$
- 宽工作电压范围：1.8~5.5V
- 优秀的温度特性：如图 6
- 高频率响应： $>1\text{kHz}$
- 高 ESD： $>4\text{kV}$

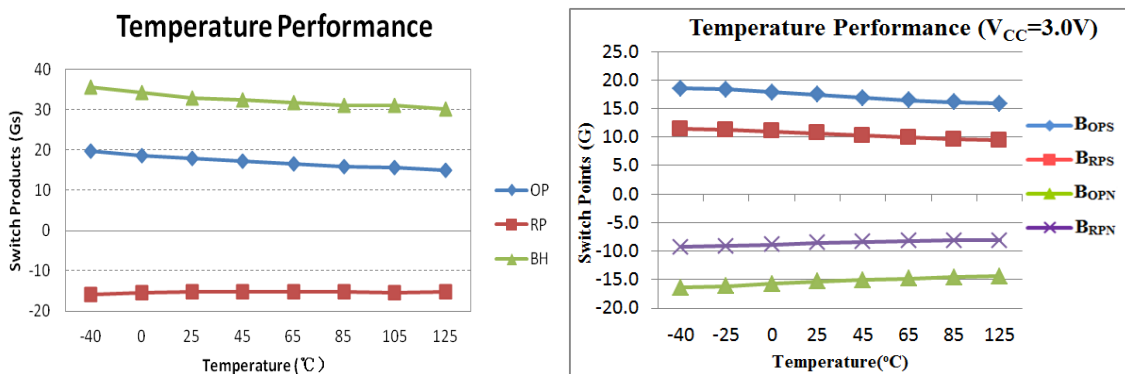


图 6: 温度特性

基于 TMR 开关传感器的优异的产品特性和性能，可以在非常多的产品中使用 TMR 开关传感器：

- 开启/关闭检测：TMR 开关传感器最基本的应用是开启、关闭状态检测。将 TMR 开关传感器和磁铁结合使用：当磁铁靠近传感器，传感器感应到的磁场强度超过工作点门限 B_{OP} 时，开关传感器输出低电平（状态为开启）；当磁铁远离传感器，磁场低于释放点 B_{RP} 时，开关传感器输出高电平（状态为关闭）。基于 TMR 开关传感器的非接触特性，没有普通开关的机械磨损、接触失效等问题，用户可以实现非常耐用、可靠和长寿的开/关状态检测功能，并应用在翻盖/滑盖手机屏幕位置检测，笔记本电脑屏幕开闭检测，冰箱门、洗衣机机盖开闭检测，摄像机液晶屏位置检测、洗碗机机门检测等等产品中。

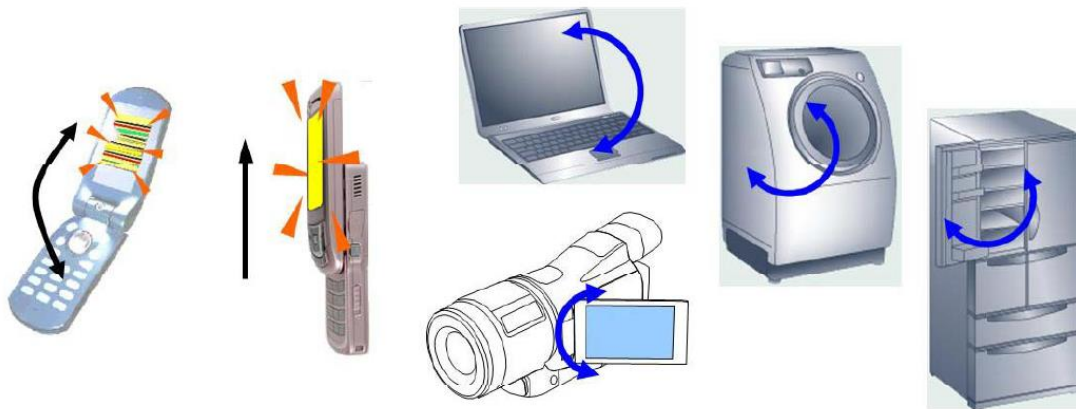


图 7: 不同产品中的开启/关闭检测

- 流量计（水表，气表，热量表等）：流量计中垂直于气体/液体流动方向安装一个叶轮，在叶轮的上方安装一个永磁铁。当气流或者水流在管道中流动时，驱动叶轮旋转，从而带动永磁铁一起转动。TMR 开关传感器用来检测由于永磁体旋转导致的磁场变化，并在一个旋转周期内输出一个完整的方波信号。通过记录单位时间内的方波信号数量，可以测量叶轮的转速，从而进一步计算得到流量。通过两个正交安装的 TMR 磁阻开关传感器，获得两路方波信号，根据四种状态或者判断两路信号上升沿的先后顺序，这样就可获得叶轮的旋转速度和旋转方向。配有 TMR 磁阻开关传感器的流量计，可以实现瞬时流量检测、大流量报警、逆流检测等功能。

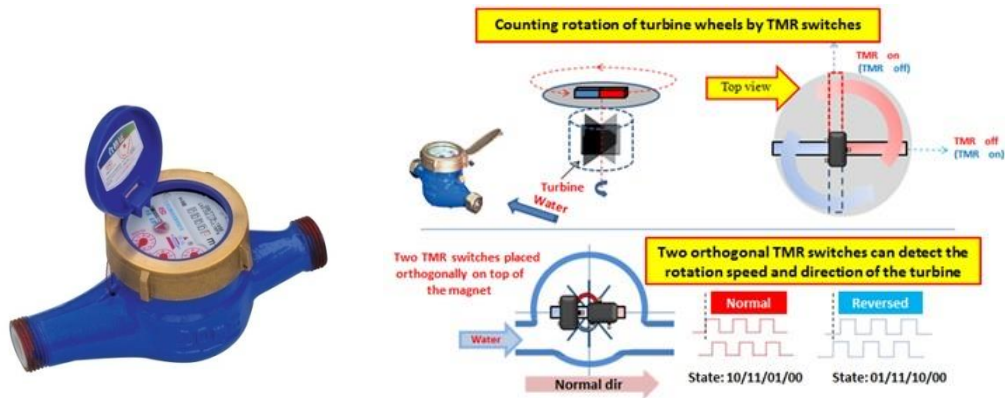


图 8: TMR 传感器在流量计中应用

- 直流无刷（BLDC）电机：大部分的 BLDC 电机将三个磁传感器安装在电机的定子上，用来完成直流电的整流功能。当转子上的磁极接近磁传感器时，根据磁场的南极或者北极的极性，磁传感器输出一个高或低的信号。结合这三个磁传感器的输出信号，就可以得到转子的相对位置，确定整流换向的确切顺序。

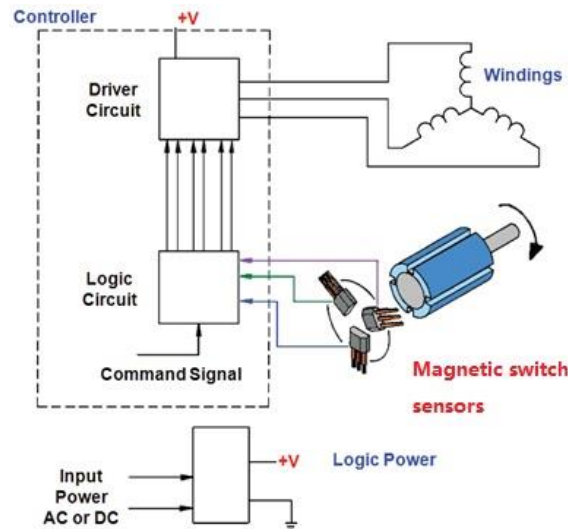


图 9: BLDC 电机结构

- 门状态检测：使用 TMR 开关传感器以非接触开关的方式来检测门的开启/关闭状态。
- 马达转速检测：转速检测是磁传感器最常见的应用之一。在马达的旋转轴或者轮毂上安装一个圆环形磁铁，将 TMR 开关传感器放置在磁铁旁边；当磁铁转动一周时，TMR 传感器会输出一个完整的方波信号。通过对固定时间内的方波计数，可以得到马达的转速。如果在适当的位置安装两个 TMR 传感器，还可以检测马达的转动方向。

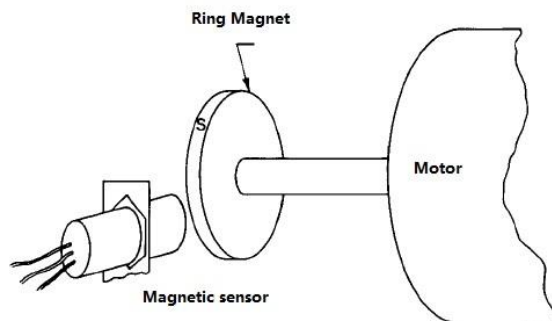


图 10: 转速检测

- 磁脉冲编码器：磁脉冲编码器包括两个主要组成部分：安装在马达旋转轴上多极磁化的环形磁铁，和一个磁传感器。当马达旋转时，TMR 传感器感应多极环形磁铁旋转产生的磁场变化，输出连续的方波信号，并将这些方波信号反馈给马达驱动器或者控制器。磁脉冲编码器的分辨率和精度取决于环形磁铁的磁极对数量，以及 TMR 传感器的数量。

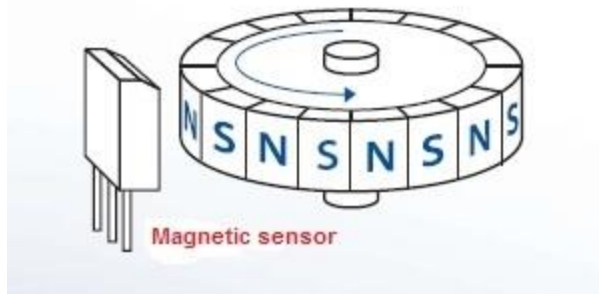


图 11: 磁编码器

- 位移检测：通过“退绕”前一个应用中使用的多极磁化的环形磁铁，我们可以完成测量线性位移的功能，如图 12 中所示。当长条形多极磁化的磁铁移动时，放置在磁铁附近的 TMR 传感器同样可以产生连续的方波信号。当单位长度上的磁极对数量确定，检测单位时间内传感器输出的方波信号数量，可以计算出位移量。单位长度上的磁极对数量决定了位移检测的精度。

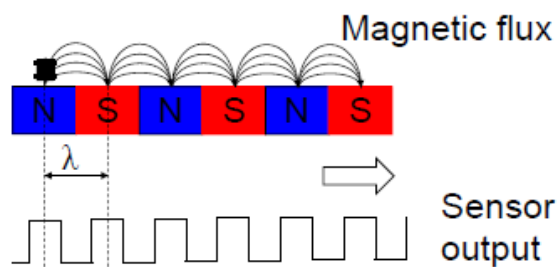


图 12: 位移检测

封装

TMR 传感器在封装中的位置如图 13 所示，图 14 是 TO-92S 和 SOT23-3 标准封装尺寸，单位毫米。

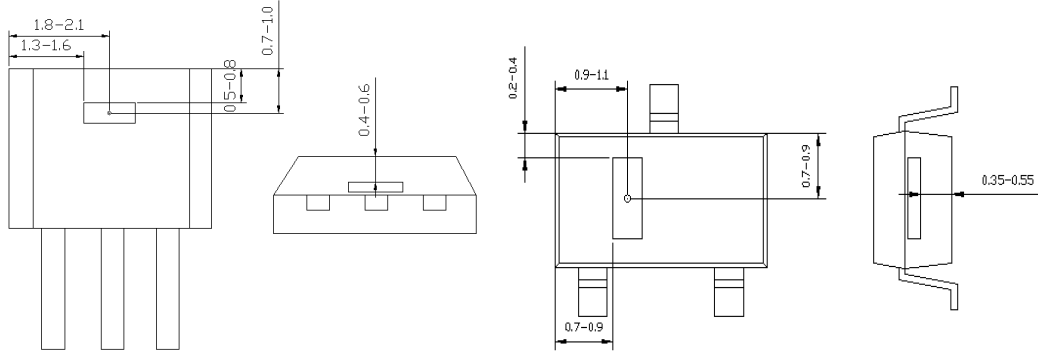


图 13: TMR 传感器位置

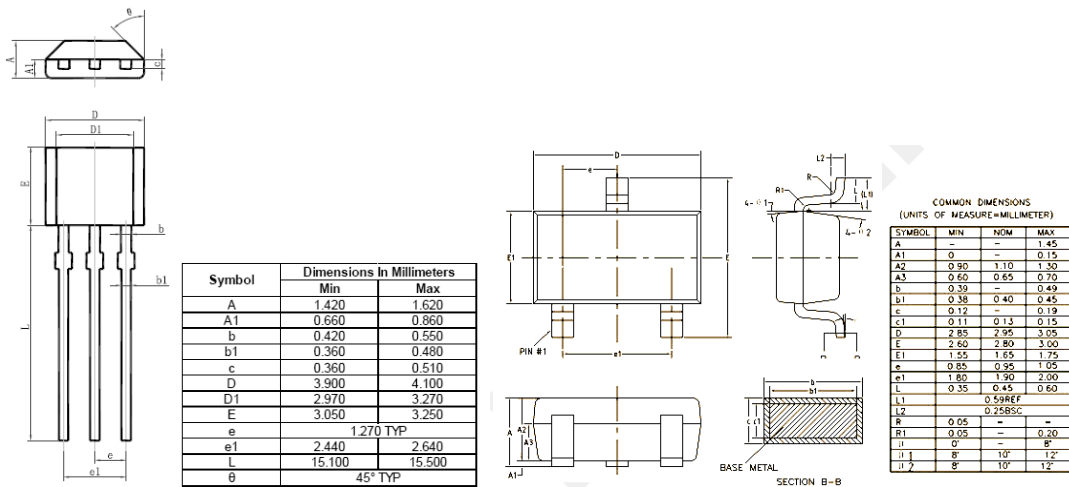


图 14: TO-92S 和 SOT23-3 封装尺寸

多维科技承诺本说明书所提供的信息是准确和可靠的，所公开的技术未触犯其他公司的专利且具有自主知识产权。多维科技具有保留为提高产品质量，可靠性和功能以更改产品规格的权利。多维科技对任何超出产品应用范围而造成的后果不承担法律责任。