

1. 产品介绍

AH743C 是西安中科阿尔法推出的新一代基于先进的差动霍尔技术和高性能、高性能、专用 ASIC 信号处理器基础上开发的车轮速度、方向与气隙检测传感器芯片。该芯片使用 AK 协议进行通信的双线电流接口，除转速信号外，还提供旋转方向和气隙等附加信息。该传感器无需外部组件运行，并将快速上电时间与低截止频率相结合，优异的精度和灵敏度适用于苛刻的汽车要求，如宽温度范围，高 ESD 和 EMC 稳健性。

最后，优化的压电补偿和集成的动态偏移补偿，提高传感器对任何不需要的杂散磁场、铁磁粒子或其他扰动的抗干扰性。

AH743C 还提供了一个外置的 1.8nF 电容，以提高 EMC 性能。



2. 产品功能

- AK 通信协议双线电流接口
- 车轮转速测量
- 车轮转动方向检测
- 气隙测量
- 动态自校准原理
- 单片机解决方案，无需外部组件
- 高灵敏度
- 背磁南北极自感应
- 较大工作气隙
- 宽工作温度范围 $-40^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$
- 宽工作电压范围 6.5V~20V
- PG-SS0-2-4 封装，符合 RoHS 认证标准

3. 应用领域

- 防抱死制动系统 (ABS)
- 电子稳定系统 (ESP)
- 自动变速器
- 汽车应用中的车轮速度感应
- 其他类似轮速检测领域

目 录

1. 产品介绍.....	1
2. 产品功能.....	1
3. 应用领域.....	1
4. 产品包装.....	3
5. 命名规范.....	3
6. 功能描述.....	3
7. AK 协议描述.....	5
8. 绝对极限参数.....	16
9. 电气参数.....	17
10. 时序特性.....	19
11. 磁场特性.....	19
12. 参考电路.....	20
13. 特性曲线.....	21
14. 封装信息.....	23
15. 注意事项.....	24
16. 历史版本.....	24

AH743C

两线制差分式轮速传感器 (速度方向+AK 协议)



4. 产品包装

产品型号	工作温度	封装	成品包装
AH743C	-40°C~150°C	PG-SS0-2-4	编带, 1500 颗/盒

5. 命名规范

料号 AH743----C

① ②

①系列名称

② C 表示内置 1.8nF 车规电容

6. 功能描述

AH743C 电路内部由一个 3V 电压调节器供电, 片上振荡器作为 DSP 和输出编码器的时钟发生器。AH743 信号通路由三个等间距霍尔元件 (如图 6-1, 其中两个外部霍尔元件相距 2.5mm)、一个包含限噪低通滤波器的差分放大器和一个三段电流调制器组成。此外, 还有速度信号、方向信号跟踪 A/D 转换器、数字信号处理器 (DSP) 和偏移抵消的 D/A 转换器提供偏移抵消反馈回路等, 如图 6-1 示。

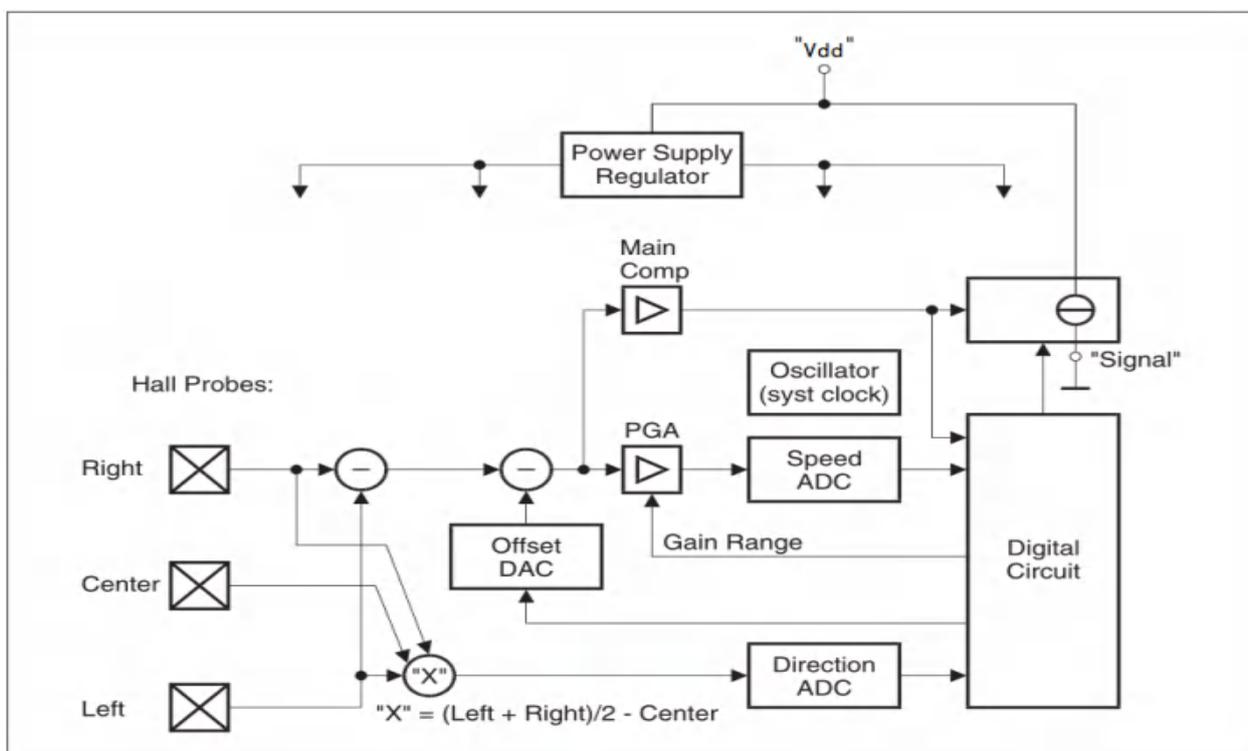


图 6-1 功能框图

差分霍尔效应集成电路通过测量磁场的差分磁通密度来检测铁磁或永磁结构的运动。为了探测铁磁性物体的运动，探测铁磁物体（如齿轮）的运动磁场必须由背偏永磁体提供。磁铁的南极或北极都可以贴在 IC 封装的背面，没有标记的一面，如（图 6-2）。

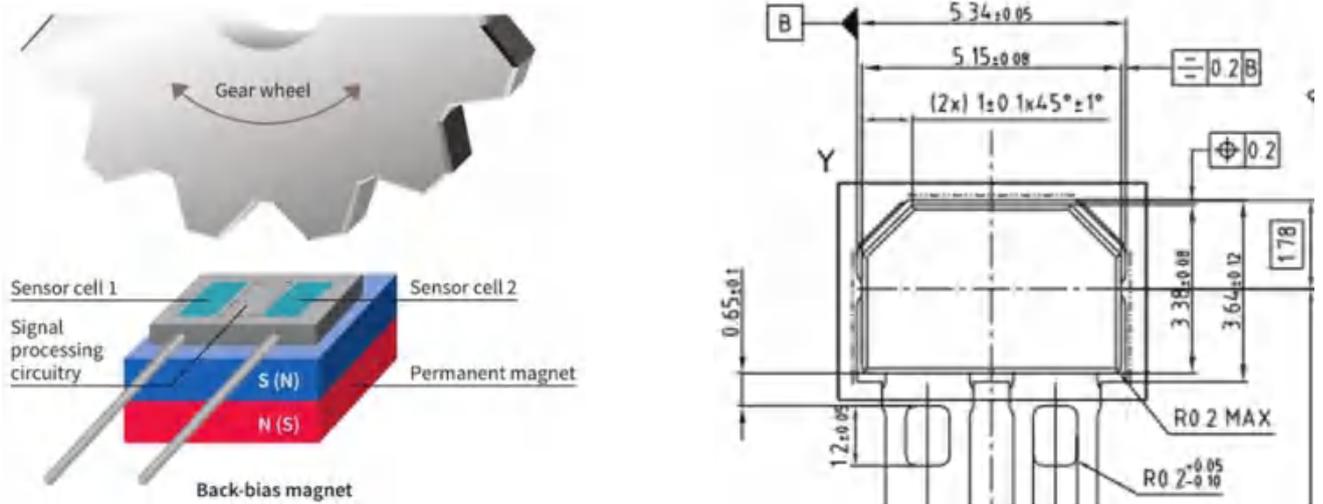


图 6-2 传感器安装与感应位置示意

通过自校准算法抵消高达 $\pm 20\text{mT}$ 的磁偏移和机械偏移，仅需几次转换即可完成自校准过程。左右两个霍尔元件产生一个与被检测物体的速度相对应的差分信号，每一次过零触发一个输出脉冲如图 6-3；方向信号由三个霍尔信号经过数字信号处理器 (DSP) 计算出来，发布数据协议并将其转换为电流调制信号。该协议由过零发出的速度脉冲和 DSP 确定的其他数据位组成。IC 具有三电平电流接口，对应于本数据表中所述的 AK 协议，。

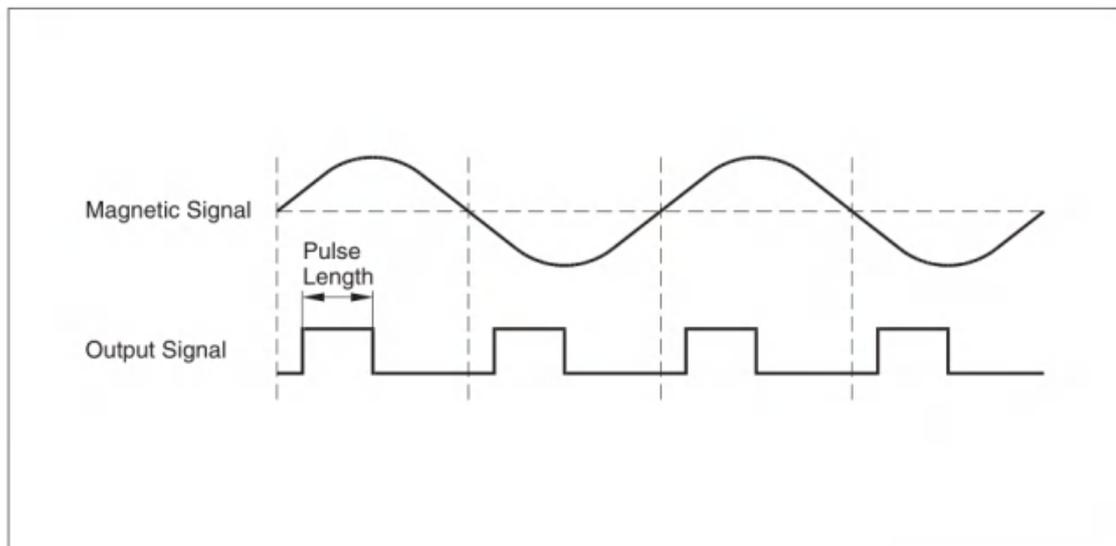


图 6-3 过零原理及输出相应脉冲

7.AK 协议描述

该协议由一个速度脉冲、一个预置比特和九个数据信息比特（数据协议）组成如图7-1。

数据协议符合曼彻斯特编码规则。这意味着一个比特的值被编码在信号的上升或下降之间的中电流值 (I_{mid}) 和低电流 (I_{low}) 在一个特定的时间窗口。“0”表示由中转低，“1”表示由低转中编码。未使用的位作为默认值输出。传感器输出电流的下降沿和上升沿在数据协议的中间位置 ($t_p/2$)，如图7-2。

AK协议数据位编码具体信息。

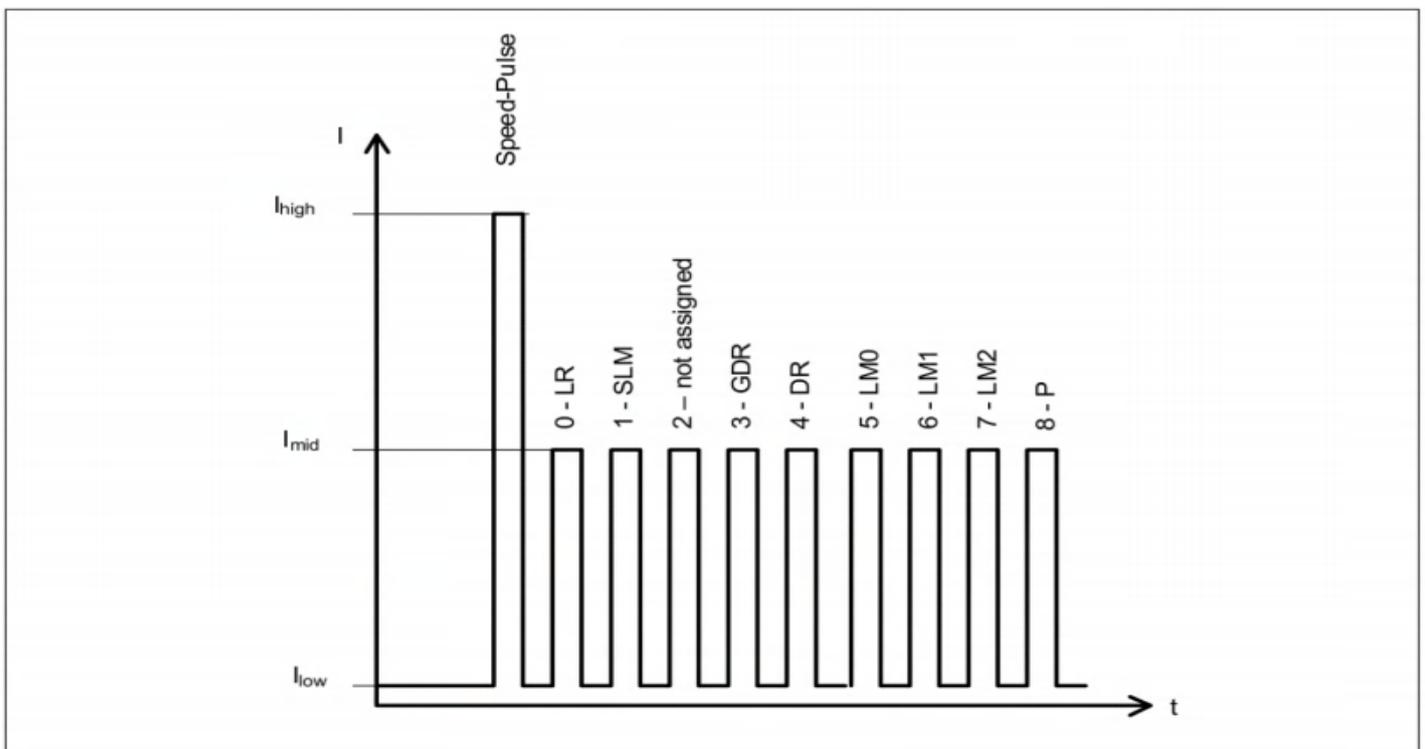


图7-1 AK协议数据位编码

Bit#	含义	名称	值(上电)	状态条件
0	气隙报警	LR	0	“1” 如果 $dB < dB_{LR}$ 报警
1	气隙测量有效性	SLM	1	“0” 气隙测量值有效 “1” 无效
2	未定义	NOP	0	
3	方向有效性	GDR	0	“0” 方向无效 “1” 有效

两线制差分式轮速传感器 (速度方向+AK 协议)

4	旋转方向	DR	0	“0” 正方向CW “1” 负方向CCW
5	气隙测量值低位	LM0	0	3位二进制数 (0~7)
6	气隙测量值中位	LM1	0	
7	气隙测量值高位	LM2	0	
8	奇偶校验位	P	当前计算	总为偶数

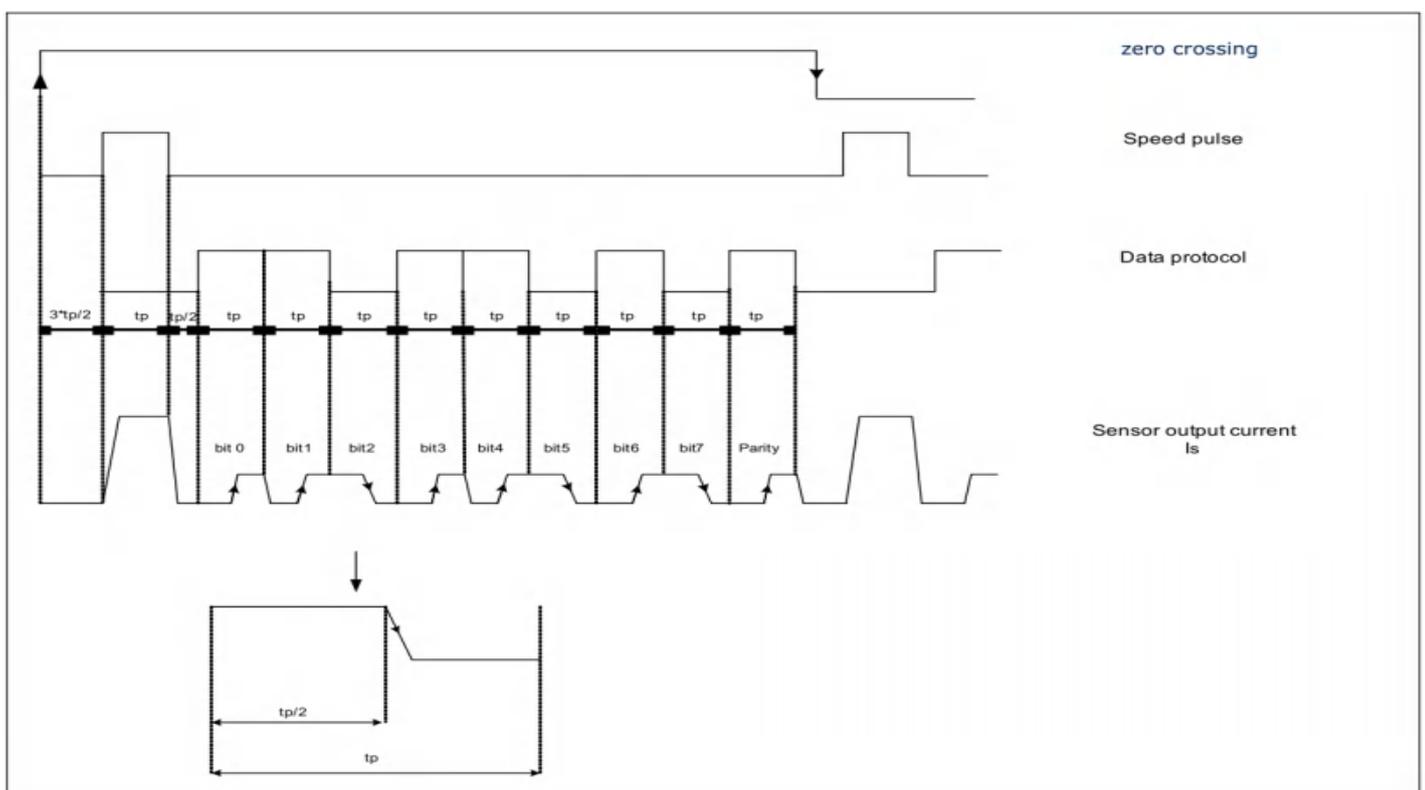


图7-2 曼彻斯特编码规则

7.1 正常速度协议

在正常速度下(信号频率小于1800Hz)，所有数据位都被输出。在开始时，初始比特(I_{LOW})被发送为 $tp/2$ 。然后发出持续时间为 tp 的速度脉冲，随后是 $tp/2$ 的电流 I_{LOW} 电平。然后发送数据协议。如图7-3。

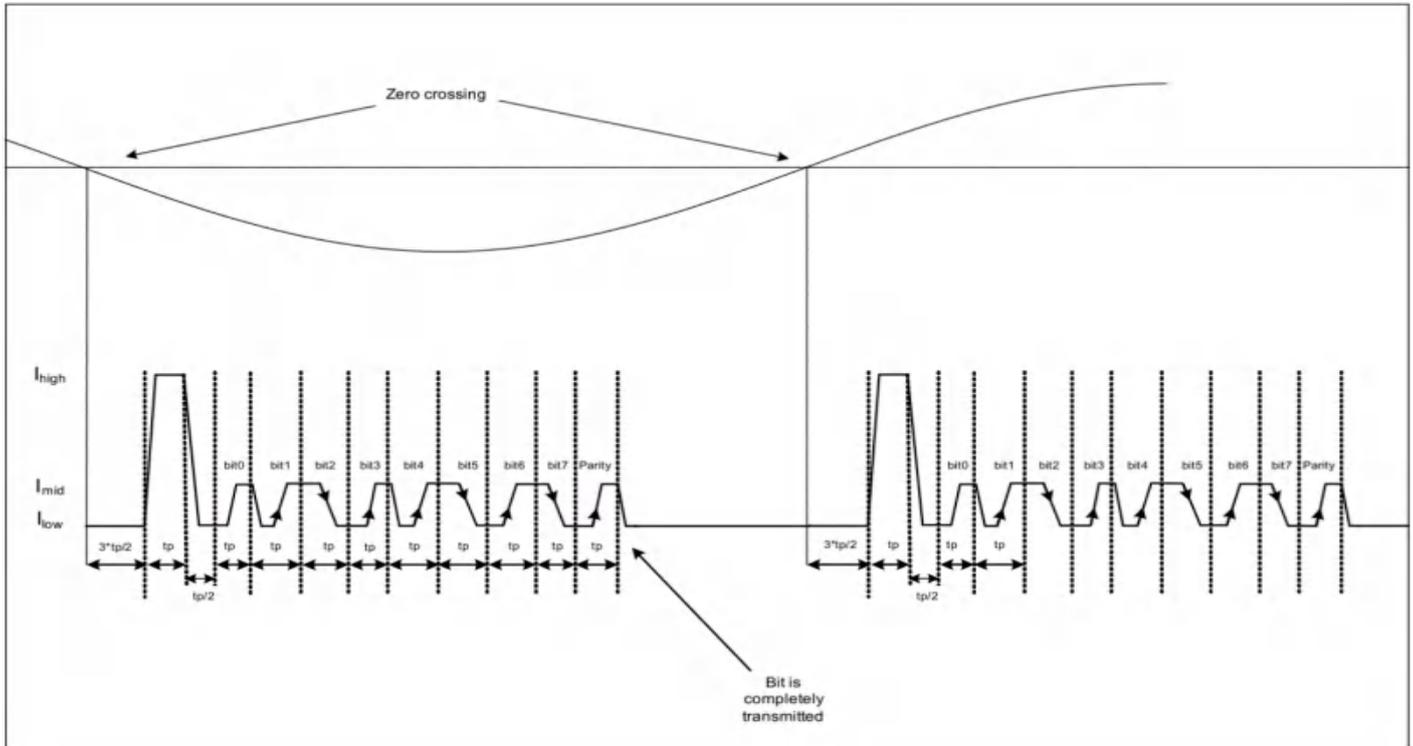


图7-3 正常速度协议

7.2 高速协议：

对于更高的速度，数据协议被缩短（最后的比特位被切断）。下表显示了在不同信号频率下传输的比特数。串行数据协议在高速下被缩短，因为到达下一个速度脉冲的时间比协议周期短。因此，最后的数据位被“切断”。在每个速度范围内，传输的附加信息的最大可能位数。被称为“位残”的部分传输位的输出被抑制。协议的缩短不会导致任何“位残”（未完全传输的位）。这意味着受缩短影响的比特在任何情况下都将被完全传输，也就是说，已经开始的比特也必须被传输到末端。必须输出的不是受缩短影响的位，而是当前 I_{LOW} 电平。在传感器的所有速度范围和所有正常工作状态下，也就是在静止协议中，位残差的抑制确实可靠地起作用。这确保了在任何常规操作情况下不会出现兼容性问题，例如EMC。数据传输位对应速度频率：

	速度信号频率	传输比特数（数据位）
1	<1818Hz (1800Hz)	9 (bit0-bit8)
2	<2000Hz (2000Hz)	8 (bit0-bit7)
3	<2222Hz (2200Hz)	7 (bit0-bit6)

4	<2500Hz (2400Hz)	6 (bit0-bit5)
5	<2857Hz (2800Hz)	5 (bit0-bit4)
6	<3333Hz (3200Hz)	4 (bit0-bit3)
7	<4000Hz (4000Hz)	3 (bit0-bit2)
8	<5000Hz (5000Hz)	2 (bit0-bit1)

注：电信号频率是磁场频率的两倍，括号内的频率是AK协议的规格。

7.3 静止数据协议：

如果在超过 t_{stop} 的时间内没有识别到增量，则IC开始发送静止协议。该协议每 $150ms \pm 20%$ 发送一次。在这个协议中，速度脉冲的当前值被设置为 I_{mid} ，所有其他比特都像前面描述的那样传输。对于非常慢的车轮速度，在连续的速度脉冲之间可以发布不止一个静止协议。

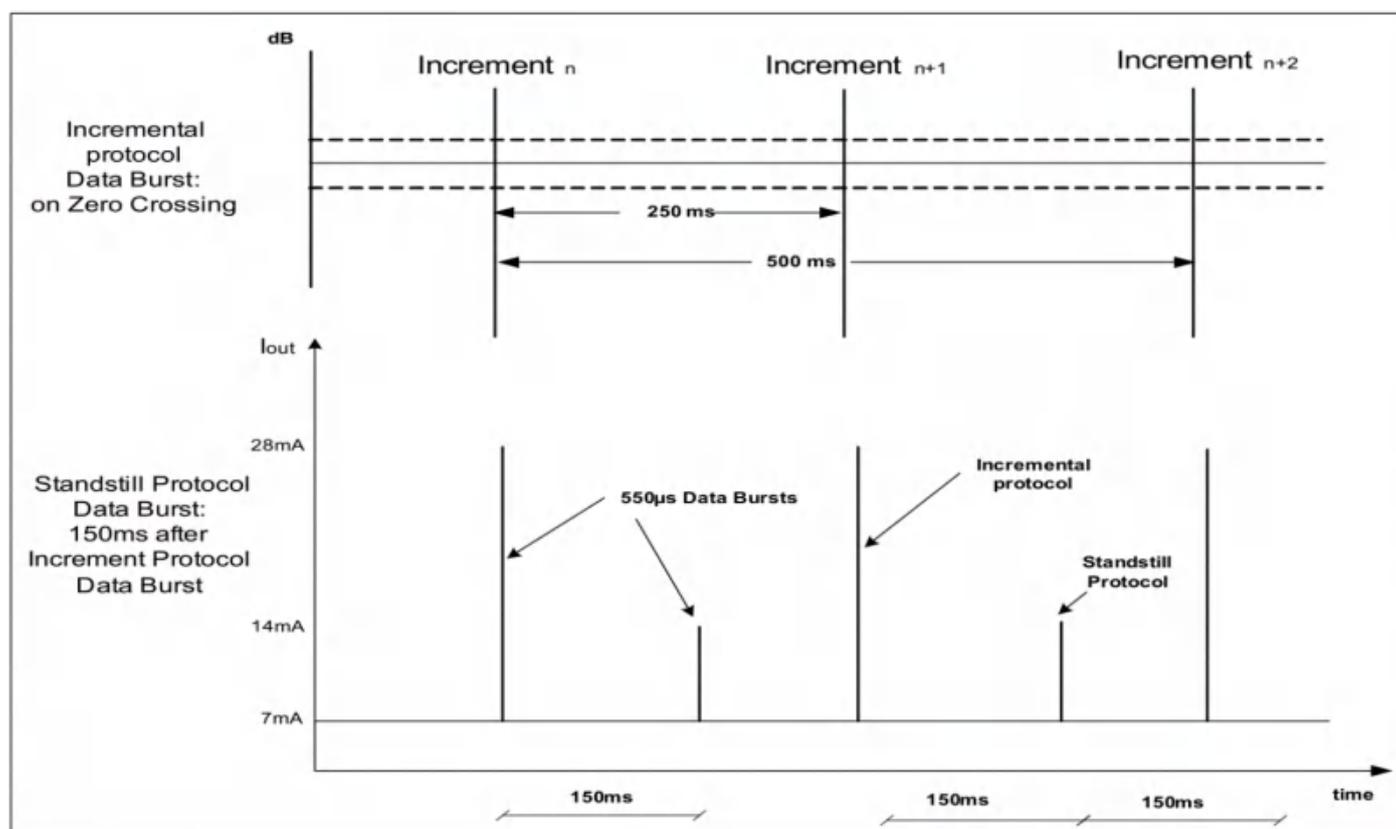


图7-4 静止状态输出

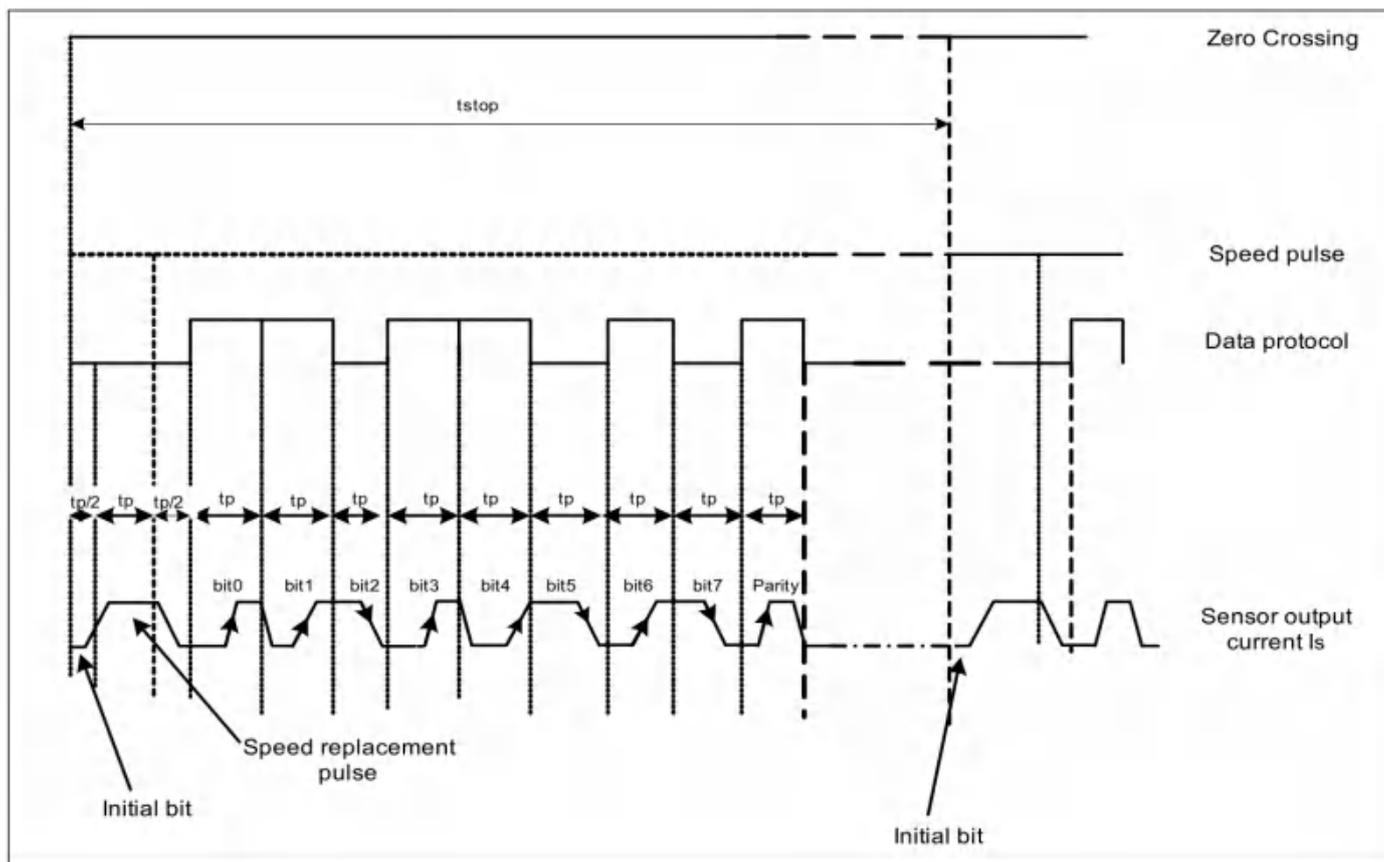


图7-5 静态数据协议

关于静止-行进转换的注意事项:

如果检测到磁性编码器的增量,则静止协议将被中止。速度脉冲 I_{HIGH} 与初始位 (I_{LOW}) 具有优先权。由于在静止协议中也需要抑制“位残点”,协议的切割实际上只能发生在两个数据位之间,而不是在正在进行的位传输期间。初始位使速度脉冲之前总是有一个低电流 I_{LOW} ,持续时间至少为 $t_{p/2}$ 。如图7-6,这有助于ECU(电子控制单元)检测速度脉冲。

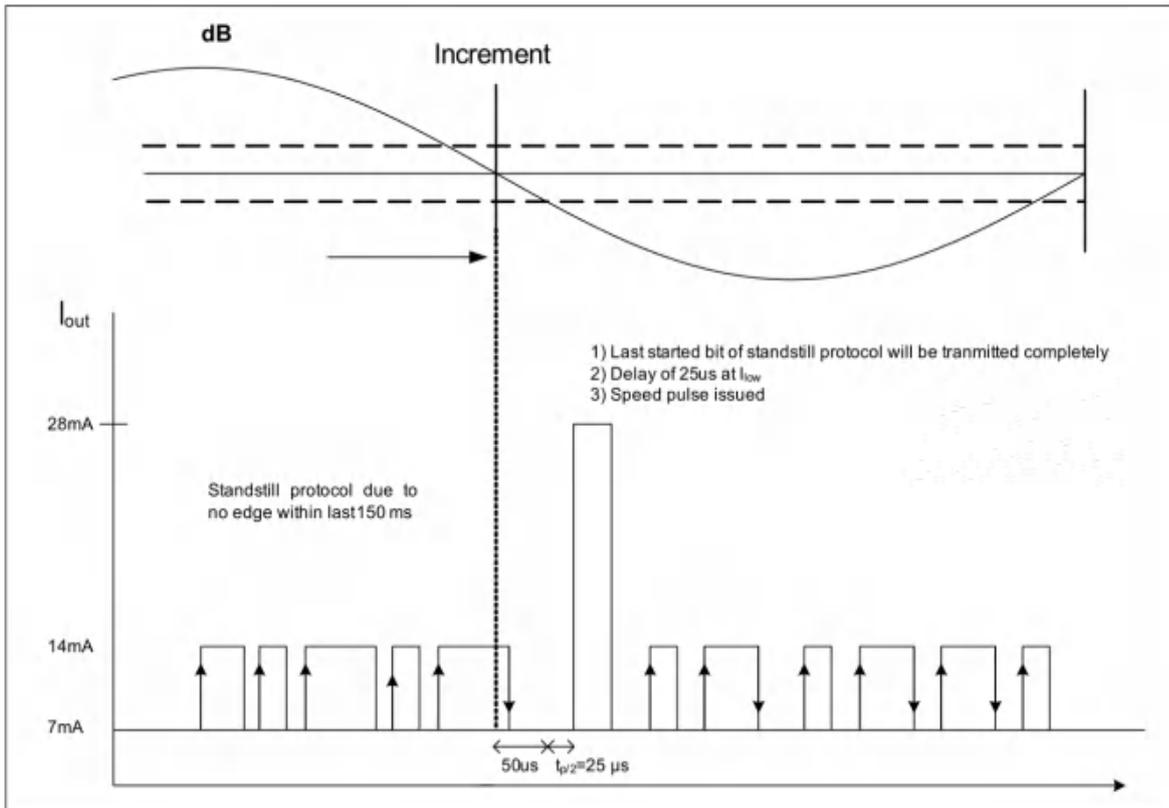


图7-6 在静止协议中使用位残端抑制启动轮运动

静止协议下“方向有效性”和“方向”的处理：

在任何静止状态下，DR以零（默认值）传输，GDR以无效（=0）传输。当连续出现前5个静止协议时，方向算法被重置。因此，在接下来的三个过零点（速度脉冲）进行方向检测和改变方向检测（GDR=无效，DR=默认），GDR有效，并在静止后的第三个速度脉冲输出相应的方向。

静止协议中“磁场强度测量信号有效性”的处理：

在静止协议中，信号测量的有效性（SLM）发送为1（无效），信号幅度（与LR相关的等级）发送为0。如果连续出现前5个静止协议，则将SLM/LM重置为无效。在找到dB中的两个新极值之前，SLM仍然无效。根据dB的振幅和静止协议的相位，SLM在每5个静止协议之后的第2、3或4个速度协议中有效。

静止协议中错误位“气隙保留”（=LR位）的处理：

在静止协议中以“0”（无错误）传输。当连续出现前5个静止协议时，该值被重置为0。静止协议LR保持“0”（无错误），直到在dB中找到两个新的极值。初始位使速度脉冲之前总是有一个低电流 I_{LOW}，持续时间至少为 t_p/2。这有助于ECU检测速度脉冲。

7.4 Bit Stump抑制

Bit Stump技术是在轮速传感器中实施并用于防止"位桩"现象的一种策略。位桩通常指的是由于传感器输出信号在高速变化时未能完整传输而导致的数据位突然中断的现象。

该抑制方法基于以下原则：

1. 输出信号的恒定时间偏移：当新的数据协议开始时，传感器的输出始终会延迟一个比特时间 t_p 。这相当于给输出信号增加了一个时间偏移量，其效果如下：

2. 防止初始位过早启动：新协议开始时，不会立即启动首个数据位，以防在高速行驶过程中正在进行的数据协议产生位桩。相反，系统会先等待时间偏移量 t_p ，在此期间持续监测上一个正在进行的协议输出。如果发现前一协议的位输出仍然处于活动状态，则会完整地传递这个位，而不是将其切断，从而有效地防止位桩的发生。

3. 抑制后续可能的数据位：在这个偏移时间内，会引入对前一协议下一个可能数据位的抑制，确保当前正在进行的位传输完成，并阻止进一步的位（即前一协议剩余的位）传输。当偏移时间结束时，新协议的首个比特位开始传输。

4. 空转协议下的有效性：即使在车辆静止状态下检测到编码器的新增量，导致正在进行的空转协议期间出现位传输，也不会因为新的增量而突然终止当前位传输形成位桩。额外的位会被抑制，经过延时阶段后，新的传输会在 $t_p/2$ 的时间间隔后开始，接着是速度脉冲和数据协议的正常传输。

总之，上述描述的方法通过对传感器输出信号进行恒定时间偏移来实现位桩抑制，无论在连续协议间有足够的位传输时间还是在高速动态变化甚至空转状态下，都能确保数据协议的完整性，避免位桩现象的出现。接下来的几个示例将展示这种方法在不同场景下的具体效果。

第一种情况：不切断前一个协议传输。在车轮速度传感器中，即便前后两次协议之间的时间间隔足够长，足以传输所有数据比特，但在新的编码器增量时刻启动新协议时，仍采用了一个恒定时间偏移量 t_p 的策略。这意味着，当检测到新的编码器位置增量时，传感器输出不会立刻开始新协议的首个比特传输，而是首先等待一个时间 t_p 作为偏移。在这段时间 t_p 内，系统会监控上一个协议是否还有未完成的比特输出。如果有活动的比特输出，系统会确保这个比特被完整无误地传输完毕，从而有效避免了位残桩（bit stump）现象的出现。在这个偏移时间 t_p 内，还会对上一个协议可能的下一个数据比特进行抑制，以确保当前正在进行的比特传输完整结束，并阻止任何来自上一协议的多余比特传输。在等待 t_p 时间结束后，新协议才会开始传输其首个比特，该比特的宽度为 $t_p/2$ ，紧

接着就是速度脉冲信号及其他协议相关的数据传输。这种设计的优点在于，不仅在常规速度下能有效防止位残桩，而且即使在静止协议期间（如车辆停止时突然检测到新的编码器增量），也能确保当前正在进行的比特传输不会被意外打断，从而维持了数据传输的完整性。

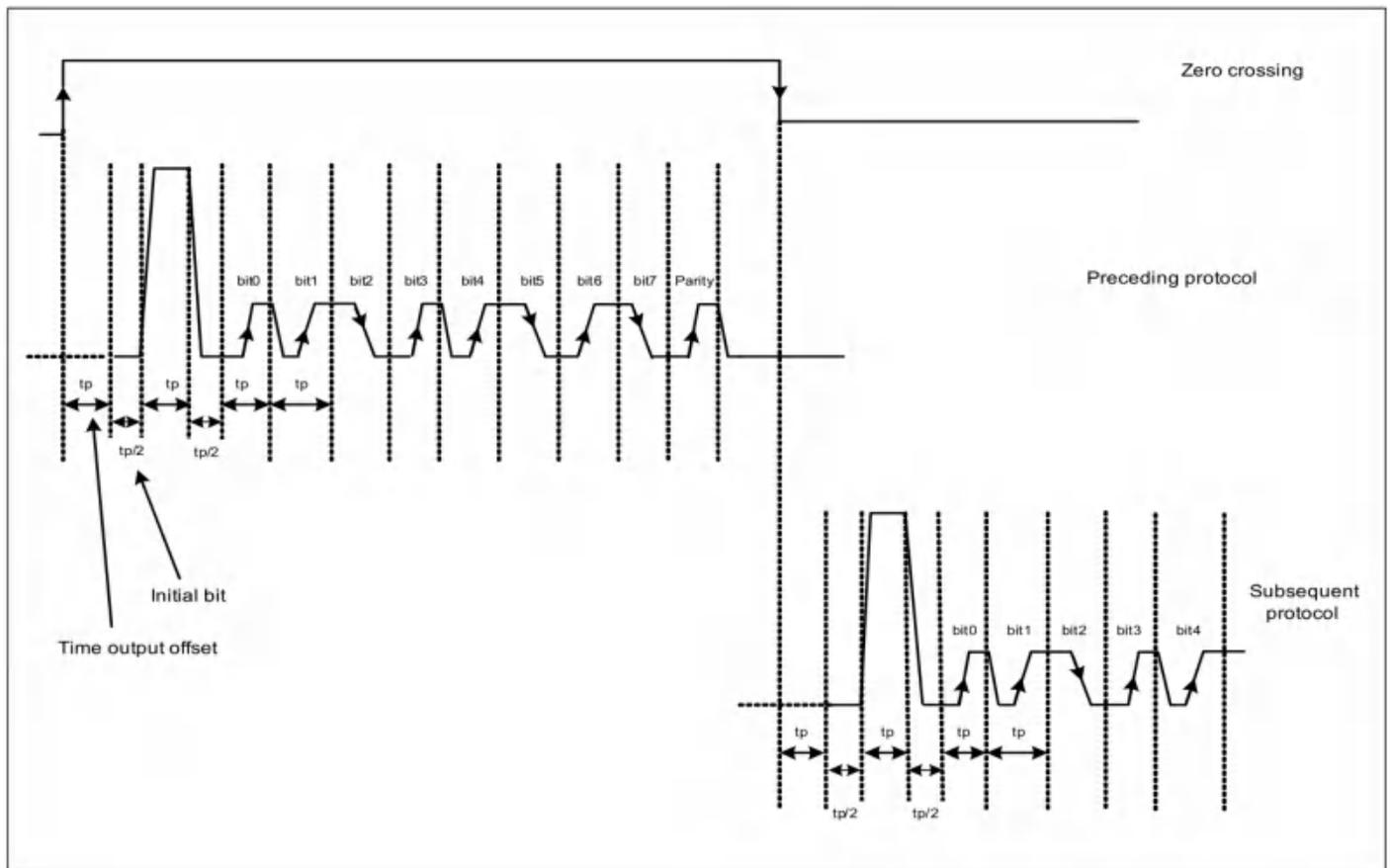


图7-7 第一种情况

第二种情况：前一协议的最后一个比特被切断。

当两个连续协议之间的时间间隔不再充足，且编码器的新增量出现时，正好处于前一协议的最后一个比特仍在传输的过程中。

此时，新的协议同样会遵循恒定时间偏移量 t_p 的规则开始。但是，传感器现在会识别到一个比特传输还在进行中。

在这种情况下，当前正在进行的输出偏移时间内，会确保这个未完成传输的比特被完整地传输完毕。在输出偏移时间结束后，新协议将按照计划开始传输其初始比特（宽度为 $t_p/2$ ），然后跟随的是速度脉冲和其他协议内容。

通过这种方式，即使在突发情况下，也能确保不会丢失任何比特信息，并顺利开始新的协议传输，

从而有效避免位残桩现象的发生。

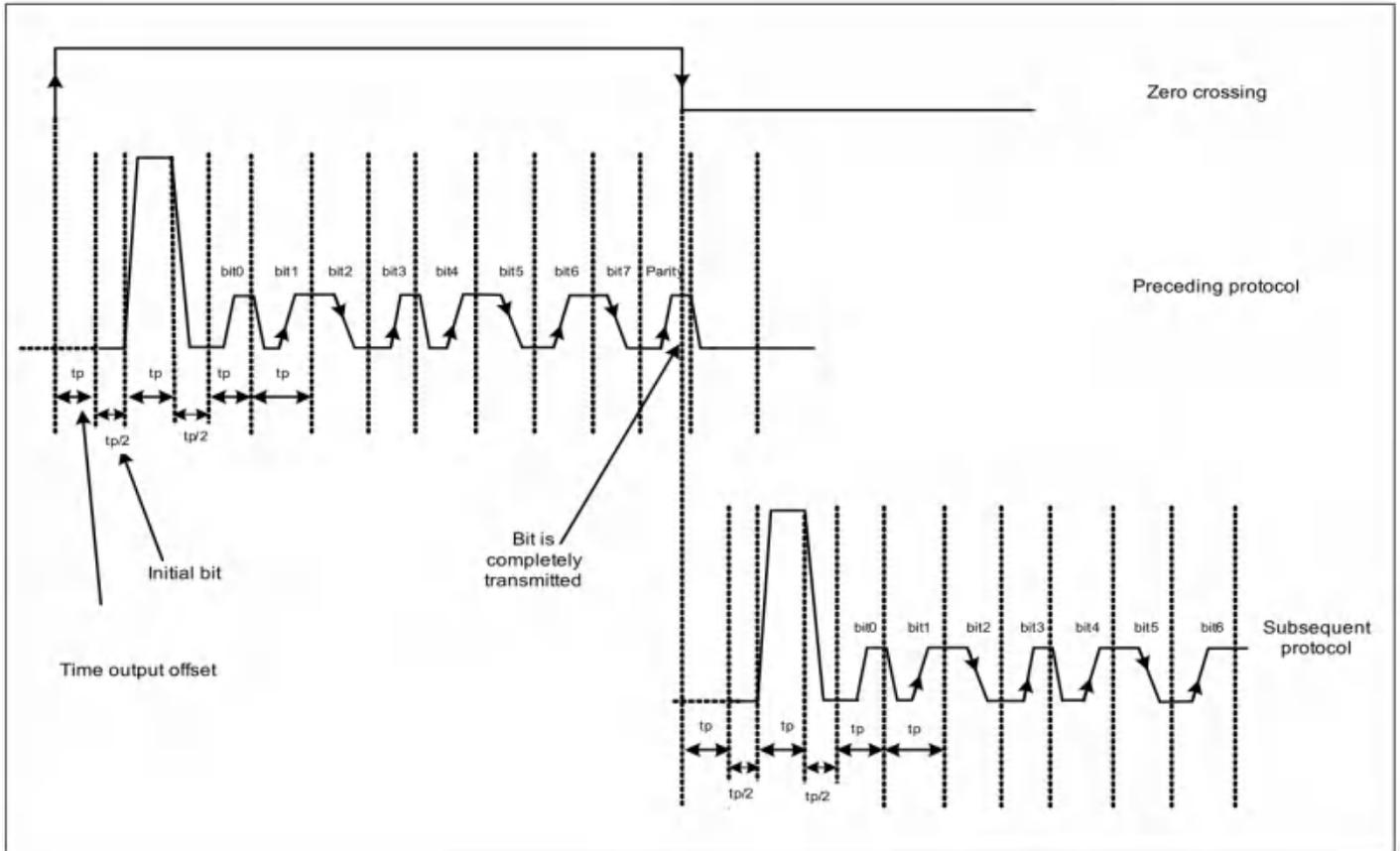


图7-8 第二种情况

第三种情况：前面协议的若干比特被切断。

当编码器检测到新的增量值时，例如在前一协议的第6个比特还在传输过程中。此刻，新的协议同样会按照恒定时间输出偏移量 t_p 重新开始。传感器会识别到当前仍有比特传输正在进行。

因此，在当前正在进行的输出时间偏移内，前一协议的第6个比特会被完整地传输完毕。此外，原协议中接下来应传输但尚未发出的第7个比特和第8个比特（校验位）会被抑制，不再进行传输。线路再次恢复干净状态，在输出时间偏移结束后，按照惯例，首先传输初始比特（宽度为 $t_p/2$ ），随后是速度脉冲等其他协议内容。

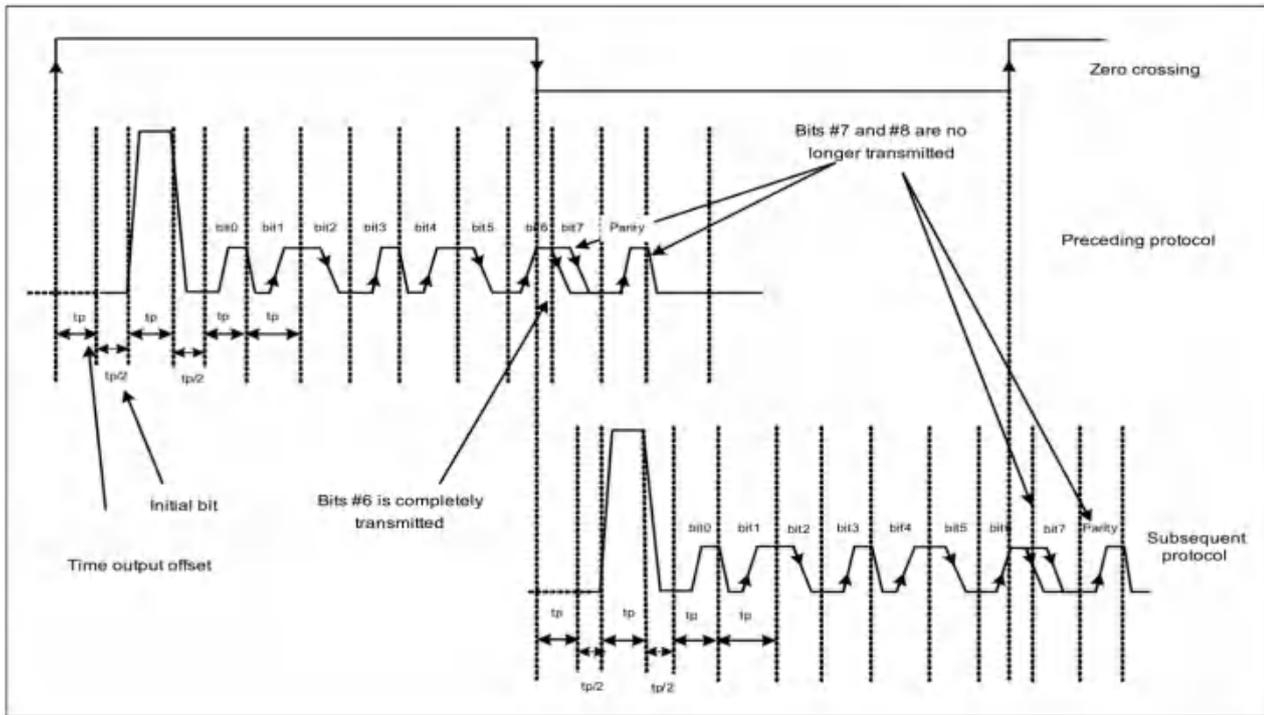


图7-9 第三种情况

7.5 运行模式和状态

AH743C的基本工作是测量旋转目标轮的差磁场，并产生一个输出信号，该信号表示车轮转速，并提供有关旋转方向和信号质量的信息。该集成电路具有三电平电流接口。AH743C的功能可以分为两个不同的阶段：未校准和校准模式。

经过初始校准延迟时间 t_{d_input} 后，差分磁信号 dB 由模数转换器(ADC)跟踪，并在数字电路中进行监测。为了检测，信号需要超过内部阈值DNC(数字噪声常数)。当信号斜率被识别为下降(或上升)沿并且信号变化超过DNC时，定位第一个极值并触发第一个输出脉冲。数字噪声常数值随磁场幅值变化，导致磁输入信号与输出信号的相移发生变化。数字噪声常数的这个值是由信号幅度决定的。第一个DNC($=2 \times dB$ 限制)，如下图5-7箭头所示。当信号变化再次超过新的DNC(由 $(\min1 + \max1) / 2$ 计算)在下一个上升(分别下降)边缘时触发第二个输出。当发现最大值和最小值时，将进行偏移校正。这导致输出信号相移，传感器进入校准模式。在校准模式下，开关由差磁信号的过零触发。最小/最大检测减少到峰-峰值的 $1/4$ 。在校准模式下，最小DNC为2倍 dB 限制。在此连续速度脉冲的标称延迟约为 180° 。

在未校准和校准模式下处理附加信息位：

两线制差分式轮速传感器 (速度方向+AK 协议)

信号幅度测量:如果发现两个有效的极值,则SLM有效(上电后的第一个极值无效)。最新的带有第四协议的SLM有效。

高频启动可能导致协议缩短。执行“7.4 Bit Stump抑制”一章的位抑制。

方向信号总是在传感器输出开关(速度协议)之前用主比较器开关(75us±25%)采样。在连续两次采样方向信号后,计算方向信号的偏移量,然后第三次采样与偏移量进行比较。方向由第三个采样方向信号的符号和磁速信号的边缘(上升或下降)的方向给出。采用该方向检测方法,检测到的方向在第4输出速度协议下是最有效的。GDR位给出检测到的方向是否有效的信息。在AH743C上,如果方向信号(也用于计算方向)的两个连续采样之间的差值大于dB限值的2倍,并且速度信号大于dB限值的4倍,则方向检测有效,如图7-10。

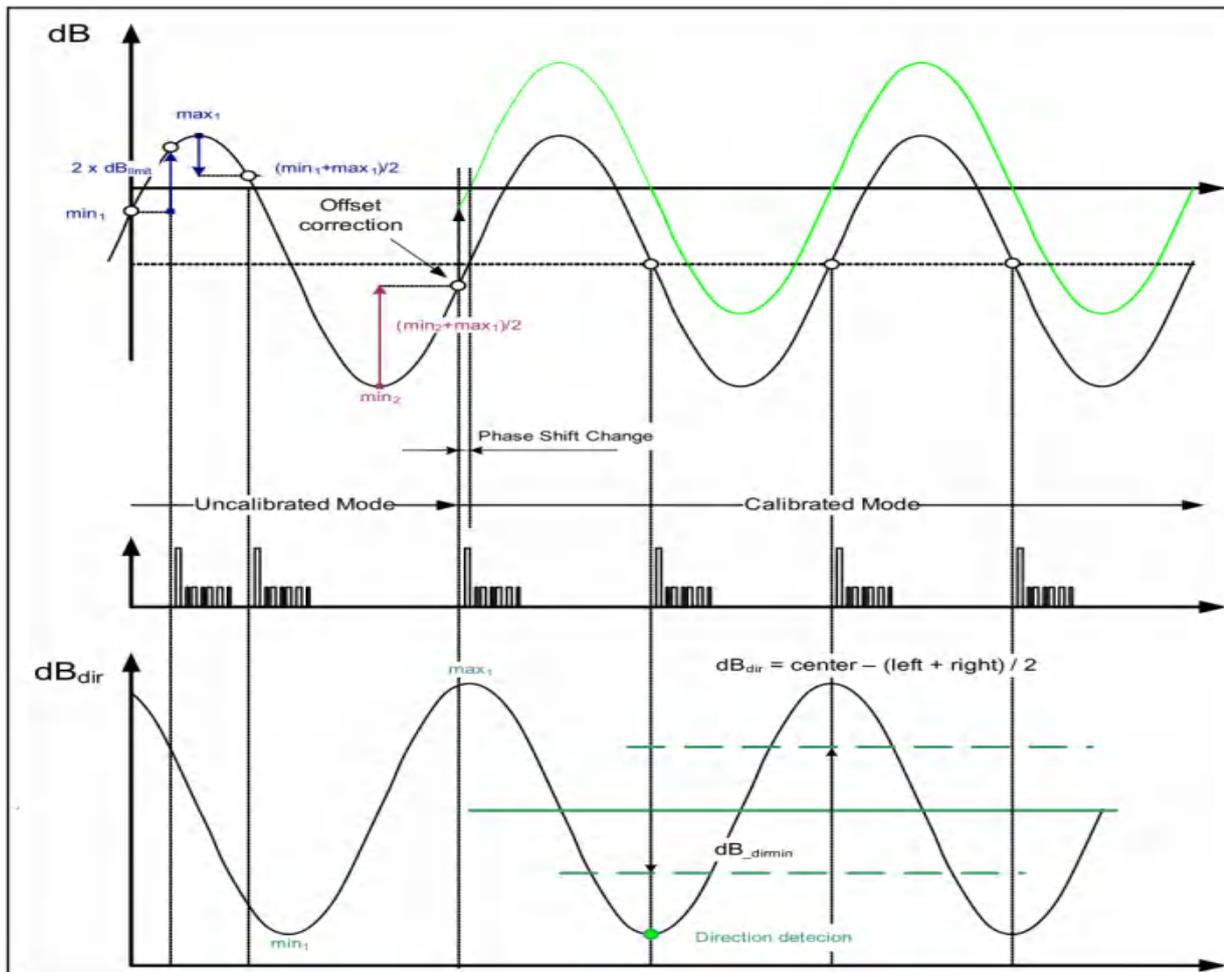


图7-10 方向检测

7.6 上电和欠电压状态

电压供应比较器具有一个集成的迟滞 V_{hys} ，其释放电平 V_{rel} 的最大值。这决定了芯片所需的最小电源电压 V_{DD} 。实现了最小迟滞 V_{hys} ，从而避免了在电源电压 V_{DD} 被调制时由于在 $V_{DD}=4.5V$ 时从低电流电平切换到高电流电平时在 R_M 处的额外电压降而导致的输出切换（设计用于 $R_M=50\Omega$ ）。只要 V_{DD} 不超过 V_{rel} ，传感器就保持在低电平（ $V_{DD}>V_{res}$ ）。

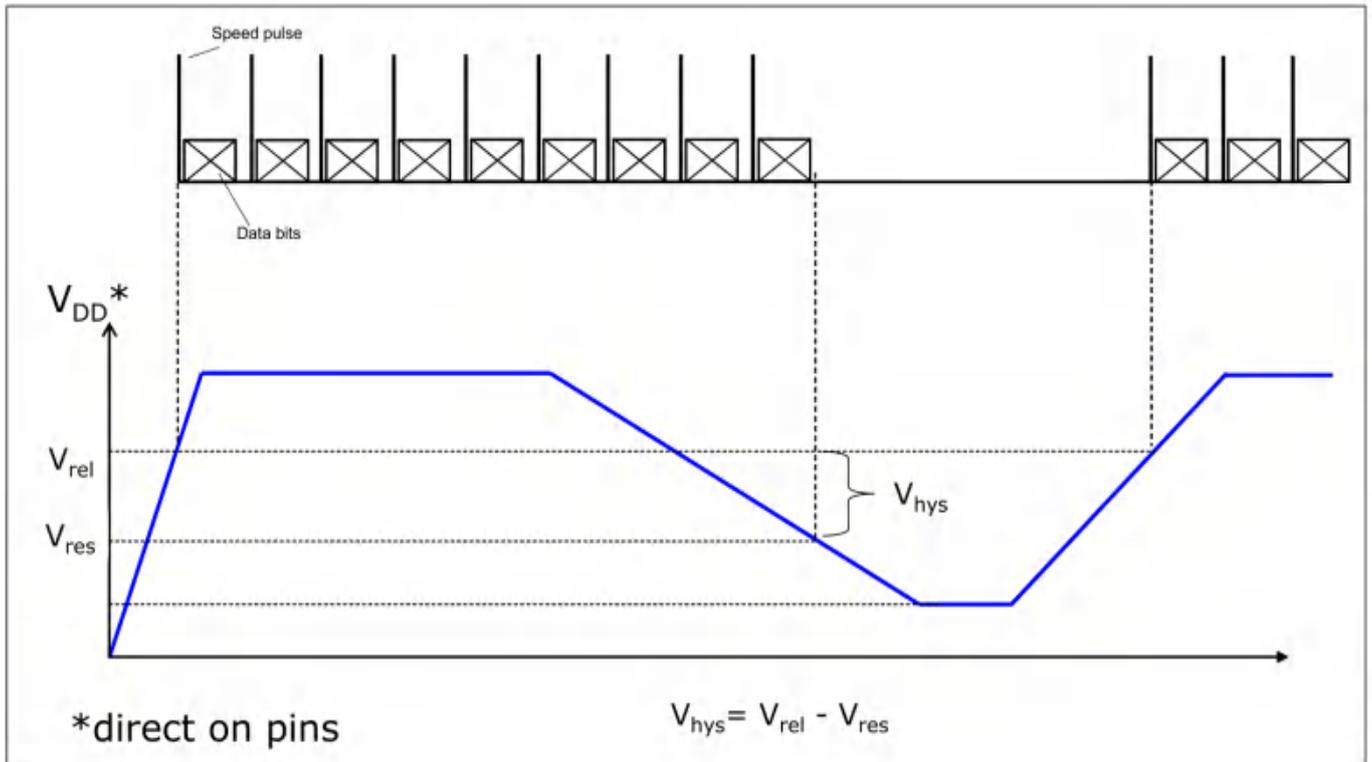


图7-11 启动和欠压状态

8. 绝对极限参数

绝对最大额定值是芯片所能承受的极限值，超过该值芯片可能会永久损坏。

$T_j = -40^{\circ}\text{C} \text{ to } 150^{\circ}\text{C}$, $4.5\text{V} \leq V_{DD} \leq 20\text{V}$

参数	符号	说明	最小值	最大值	单位
电源电压	VDD	$T_j < 80^{\circ}\text{C}$	-0.3	-	V
		$T_j = 170^{\circ}\text{C}$		16.5	
		$T_j = 150^{\circ}\text{C}$		20	
		$T_j = 150^{\circ}\text{C}$ $t = 10 \times 5\text{min.}$	-	22	

		t = 10 × 5 min. RM ≥ 50 Ω included in VDD	-	24	
		t=400ms, RM ≥ 50 Ω included in VDD	-	26	
反极性电压	Urev	t<1h, RM ≥ 50 Ω included in VDD,	-16	-	V
反极性电流	Irev	External current limitation required, t<4 h	-	200	mA
结 温	Tj	125000h, VDD<16.5V	-40-	110	°C
		10000h, VDD<16.5V		125	
		5000h, VDD<16.5V		150	
		2500h, VDD<16.5V	-	160	
		500h, VDD<16.5V	-	170	
		4h, VDD<16.5V	-	190	
工作环境温度	TA		-40	150	°C
抗静电能力	VESD	AEC Q100	-	±12	kV

9. 电气参数

参 数	符 号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单 位
工作电压	VDD	不包括 RM 电阻	6.5	--	20	V
VDD 回差	Vres	AK: 复位电压	4.0	4.2	4.5	V
	Vphys		1.6	1.8	2.3	
	Vrel	AK: 恢复电压	5.8		6.5	
低电平电流	ILOW		5.9	7	8.4	mA
中电平电流	IMID		11.8	14	16.8	mA
高电平电流	IHIGH		23.6	28	33.6	mA
工作电流比	IMID/ILOW	图 10-1	1.8	2	2.6	
工作电流比	IHIGH/ILOW	图 10-1	3.6	4	5.0	
压摆率	tr(上升)	RM = 50 Ω +/- 5%图 10-1	8		26	mA/μs
	tf(下降)	RM = 50 Ω +/- 5%图 10-1	8		26	mA/μs
线性度	dI/dVDD				90	μA/V

初始校准延时	td, input			220	300	μs
上电时间 u	tpu				1	ms
初始校准时间	td_input			220	300	μs
占空比	Duty		40	50	60	%
信号频率	f		1		5000	Hz
信号抖动 1 Hz < f < 2500 Hz	SJit-close	1 σ value VDD = 12 V $\Delta B \geq 2 \text{ mT}$			± 2	%
信号抖动 2500 Hz < f < 10000 Hz	SJit-close	1 σ value VDD = 12 V $\Delta B \geq 2 \text{ mT}$			± 3	%

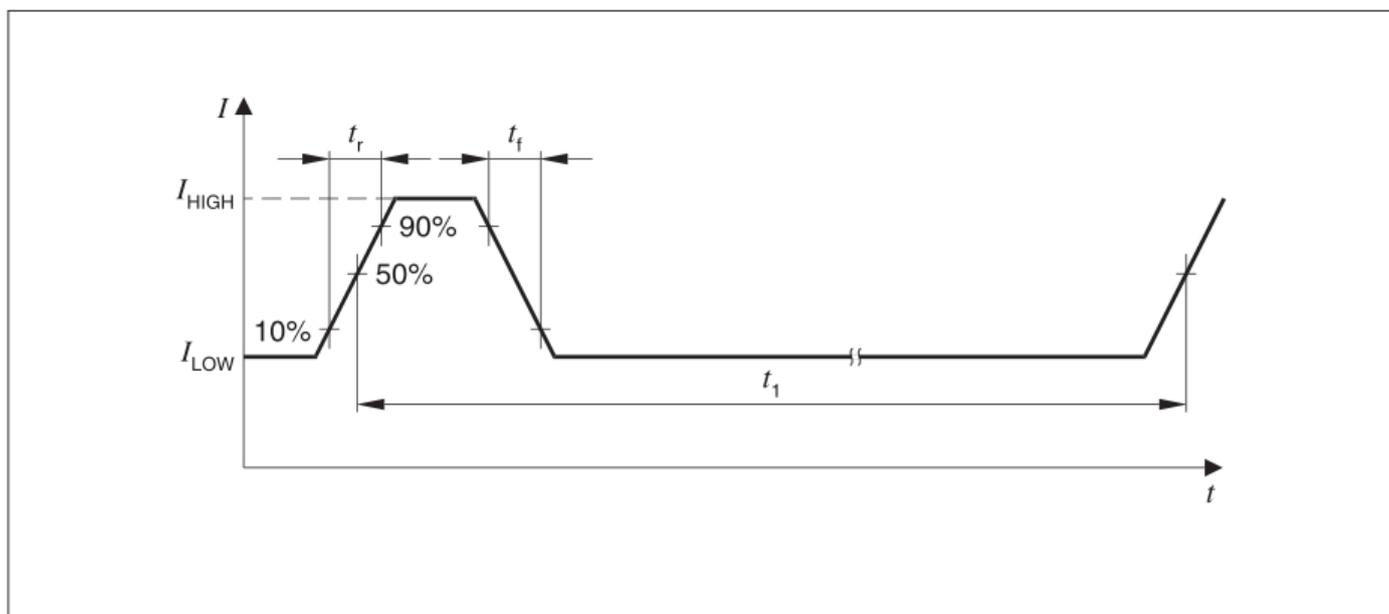


图 10-2 信号信号上升 t_r 、下降 t_f 时间定义

幅度 (ΔI) 是指 I_{low} 到 I_{mid} 和 I_{low} 到 I_{high} 的 80% 正负边, 反之亦然。压摆率是通过除以 $\Delta I/t_r$ (上升时间) 或 $\Delta I/t_f$ (下降时间) 来计算的。

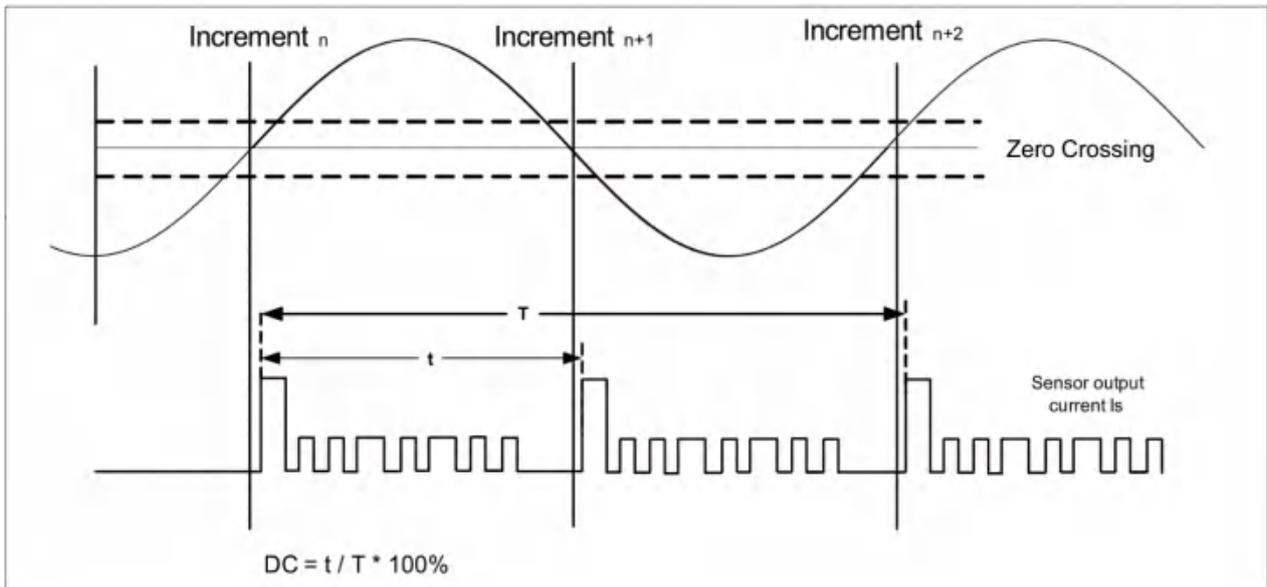


图 10-2 信号占空比定义

10. 时序特性

除非特殊说明，以下参数均在输入信号恒定幅度和偏置下测试（测试条件为 $V_{DD}=12V$ ， $T_A=25^\circ C$ ，电路参考测试电路图 10-1）。

符号	参数	具体描述	最小值	典型值	最大值	单位
速度脉冲的脉冲宽度	t_p	图 7-2	38	45	52	μs
数据位的脉冲宽度	t_p	图 7-2	38	45	52	μs
静止时间	t_{stop}	图 7-5	76	90	104	ms
初始位的脉冲宽度	$t_p/2$	图 7-2	153	180	207	μs

11. 磁场特性

除非特殊说明，以下参数均在输入信号恒定幅度和偏置下测试（测试条件为 $V_{DD}=12V$ ， $T_A=25^\circ C$ ，电路参考测试电路图 11-1）

符号	参数	具体描述	最小值	典型值	最大值	单位
预感应磁场	B_0		-500	-	+500	mT
极限阈值	ΔB_{Limit}		0.35	0.8	1.34	mT
外部探针之间的感应前偏移磁场	$\Delta B_{stat, l/r}$		-30		+30	mT
差分感应	ΔB	$f=1kHz$, $B_{diff}=5mT$	-120		+120	mT
极限阈值漂移限制范围	ΔB_{LR}	在 $25^\circ C$ 下，同一传感器在寿命期间的额	-5		+3	%

AH743C

两线制差分式轮速传感器 (速度方向+AK 协议)



		外漂移				
			1.02	1.6	2.18	mT
磁场强度测量的有效性	SLM	“0” =有效，欠压无效，上电后为初始值				
磁场强度 (相对于 LR 的等级)	LM=0		<0.8	<=1	<=1.2	
	LM=1		>0.8	>1	>1.2	
	LM=2		>1.48	>1.75	>2.1	
	LM=3		>2.5	>2.95	>3.6	
	LM=4		>4.2	>4.95	>6.0	
	LM=5		>7.0	>8.25	>9.9	
	LM=6		>12.0	>14.2	>17.1	
	Lm=7		>21.0	>24.7	>29.7	

12. 参考电路

12.1 测试电路

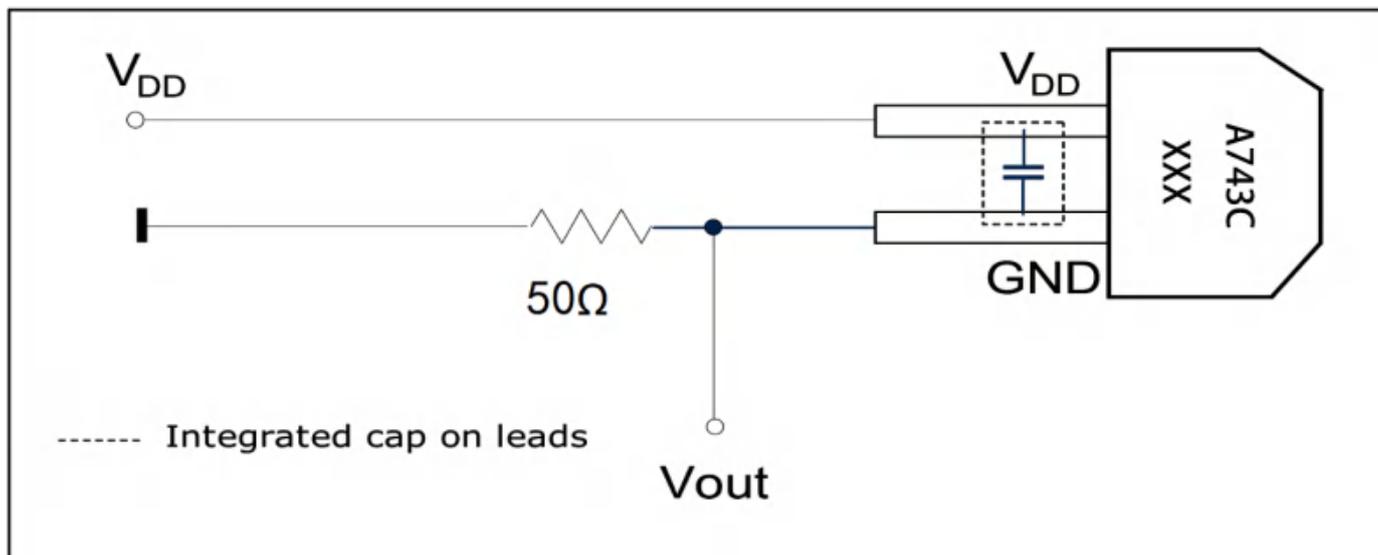
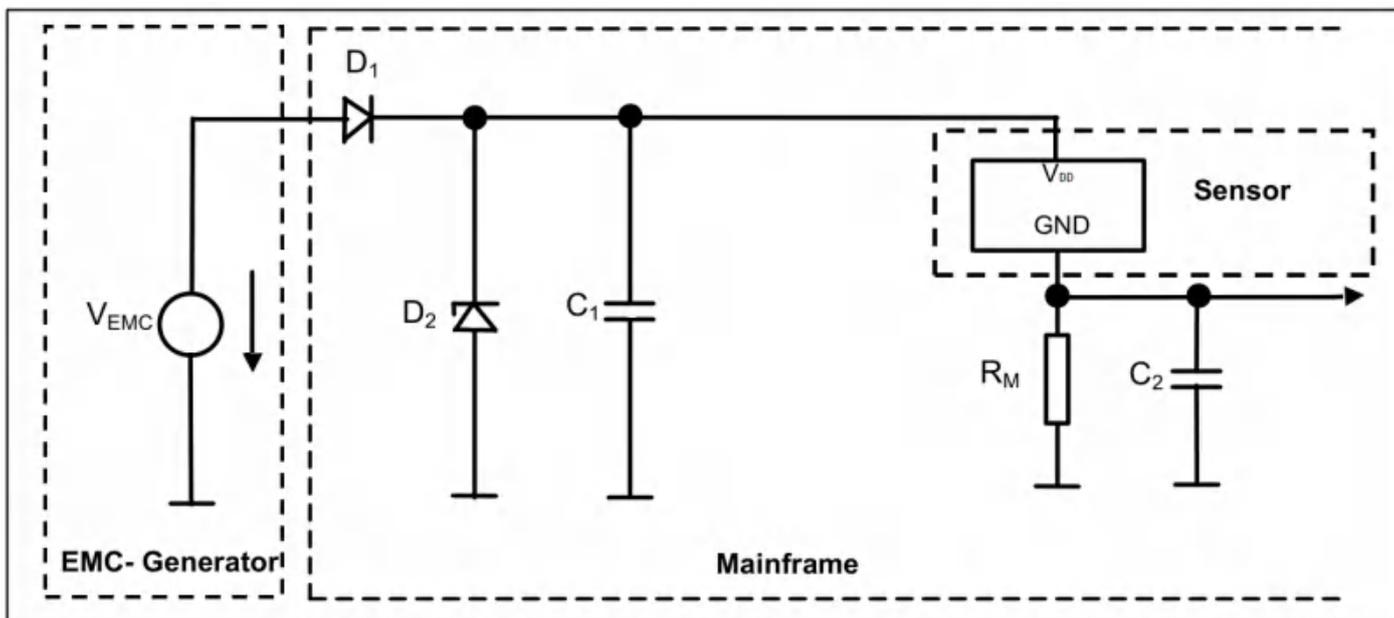


图 12-1 测试电路

12.2 应用参考电路



- Components:**
- D1: 1N4007
 - D2: T 5Z27 1J
 - C1: 10 μ F/35V
 - C2: 1nF/1000V
 - RM: 50 Ω /5W

图 12-2 应用参考电路

13. 特性曲线

性能特性测试（测试电路图 12-1）

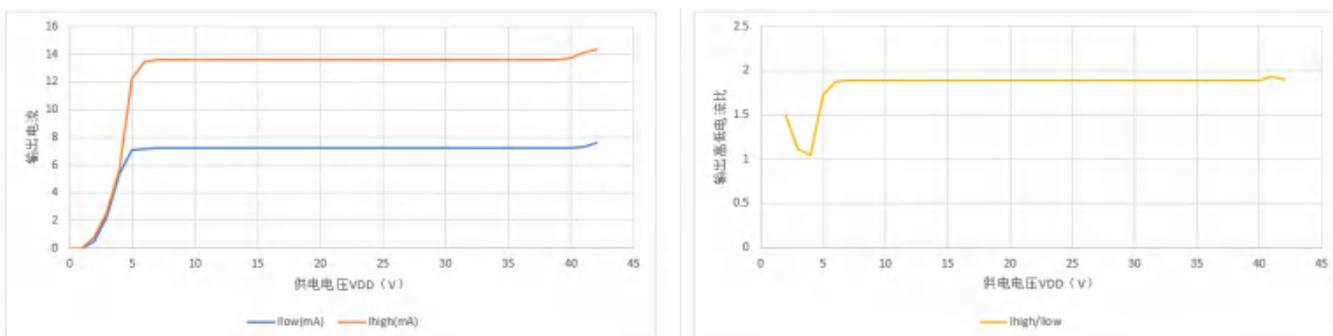


图 13-1 0~42V 电压下工作电流及电流比

AH743C

两线制差分式轮速传感器 (速度方向+AK 协议)

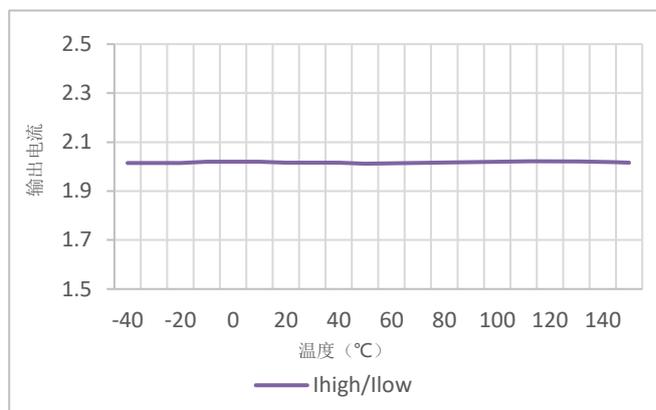
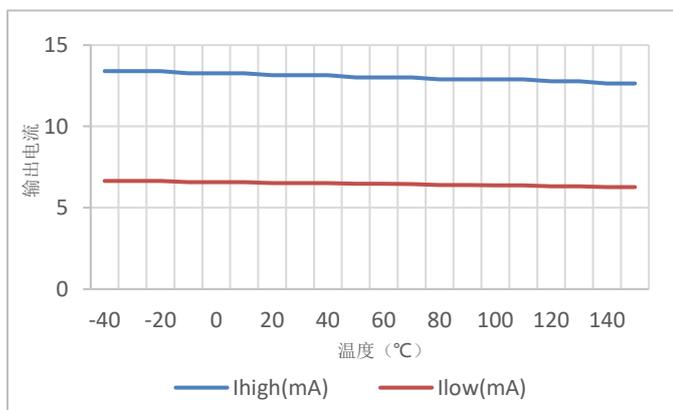


图 13-2 -40°C~150°C温度下工作电流及电流比

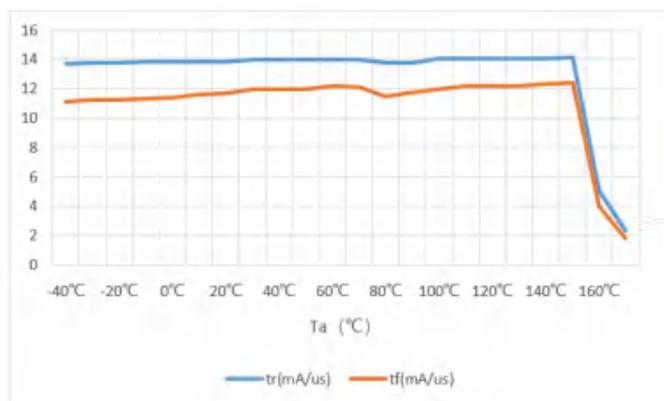


图 13-3 -40°C~150°C温度下输出信号压摆率

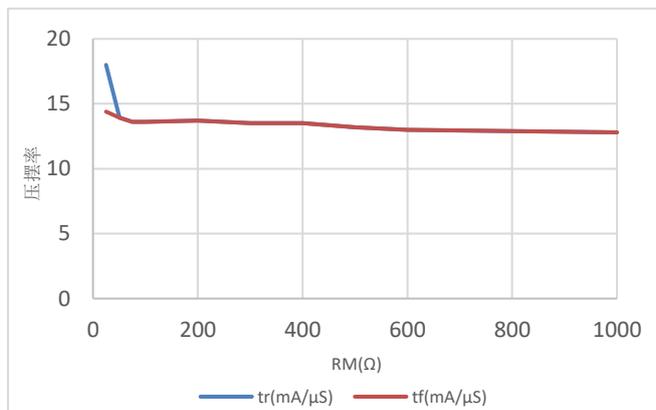


图 13-4 RM(1~1000 Ω)输出信号压摆率

14. 封装信息

封装型号: PG-SSO-2-4

封装尺寸:

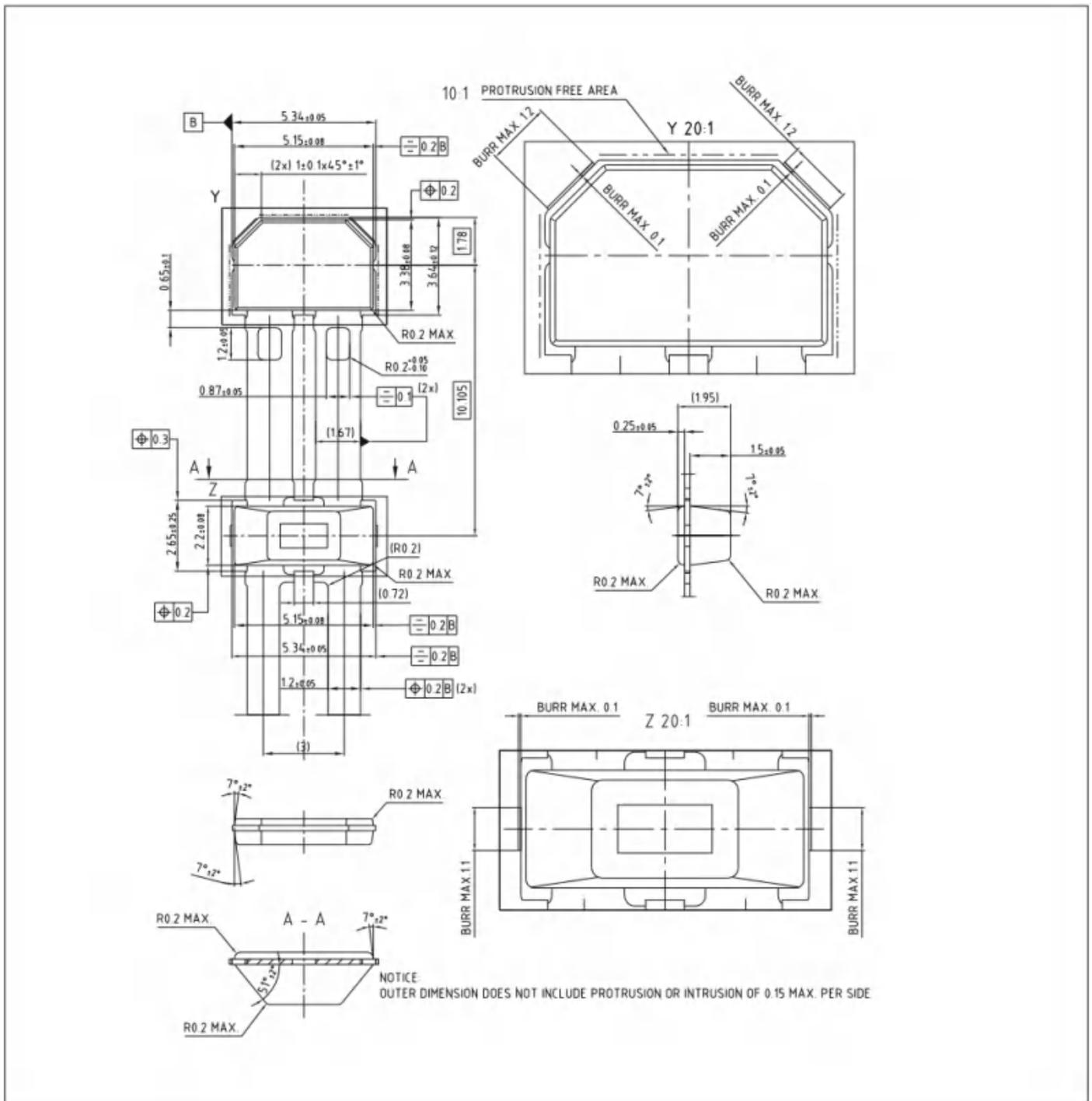


图 14-1 封装尺寸 (单位: mm)

15. 注意事项

- 霍尔是敏感器件，在使用及存储过程中应注意采取静电防护措施。
- 在安装使用中应尽量减少施加到器件外壳和引线上的机械应力。
- 建议焊接温度不超过 350°C，持续时间不超过 5 秒。
- 为保证霍尔芯片的安全性和稳定性，不建议长期超出参数范围使用。

16. 历史版本

版本号	时间	描述
V1.0	2024.02	发布
V1.1	2024.04	更新描述歧义

Copyright ©2018, Alfa Electronics Co., Ltd

Alfa Electronics Co., Ltd reserves the right to make, from time to time, such departures from the detail specifications as may be required to permit improvements in the performance, reliability, or manufacturability of its products. Before placing an order, the user is cautioned to verify that the information being relied upon is current.

Alfa's products are not to be used in any devices or systems, including but not limited to life support devices or systems, in which a failure of Alfa's product can reasonably be expected to cause bodily harm.

The information included herein is believed to be accurate and reliable. However, Alfa Electronics Co., Ltd assumes no responsibility for its use; nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use.