

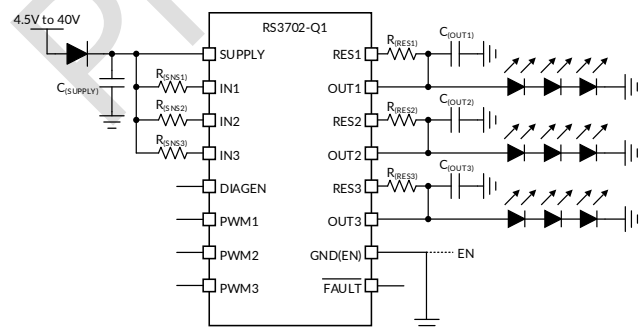
RS3702-Q1 具有热共享控制功能的三通道、汽车类高边LED驱动器

1 特性

- RS3702-Q1 的 AEC-Q100 认证正在进行中
- 宽输入电压范围：4.5 V ~ 40 V
- 通过外部分流电阻器实现热共享功能
- 故障模式下具有低电源电流
- 三通道高精度电流调节：
 - 每个通道的电流输出高达 200 mA
 - 在整个温度范围内精度为 $\pm 5\%$
 - 通过电阻器独立设置电流
 - 用于亮度控制的独立 PWM 引脚
- 低压降：
 - 典型压降：150 mA 时为 300 mV
- 诊断和保护
 - LED 开路，具有自动恢复功能
 - LED 接地短路，具有自动恢复功能
 - 诊断使能阈值可调节
 - 可配置为连带失效或仅失效通道关闭的故障总线 (N-1)
 - 热关断
- 工作结温范围：-40°C ~ 150°C

2 应用

- 车外尾灯：尾灯、中央高位刹车灯、侧标志灯
- 车外小灯：门把手、盲点检测指示灯、充电口
- 车内灯：顶灯、阅读灯
- 通用 LED 驱动器应用



典型应用图

3 概述

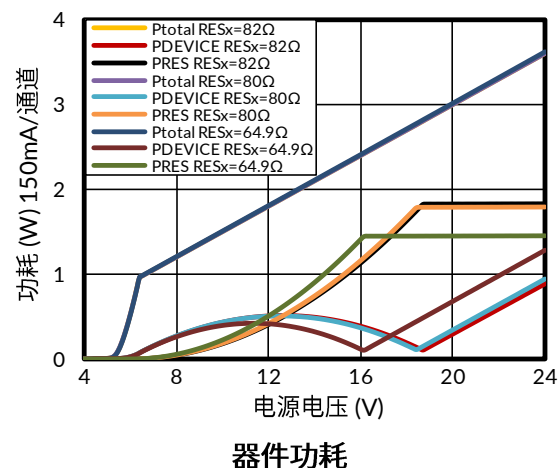
RS3702-Q1 三通道 LED 驱动器采用独特的热管理设计，可减少器件温升。RS3702-Q1 是由汽车电池直接供电的线性驱动器，支持宽输入电压范围供电，每通道支持高达 200mA 负载输出。利用外部分流电阻，分享输出电流，耗散驱动器输出功率。该器件具有全面的诊断功能，包括 LED 开路、LED 接地短路和器件过热保护。

RS3702-Q1 的连带失效功能可与其他 LED 驱动器配合工作。

器件信息 ⁽¹⁾

型号	封装	封装尺寸 (标称值)
RS3702-Q1	ETSSOP16	5.00mm×4.40mm

(1) 详细的订单型号说明，请参考数据表后的封装选项部分。



器件功耗

目 录

1 特性.....	1
2 应用.....	1
3 概述.....	1
4 修订历史.....	3
5 封装和订单说明 ⁽¹⁾	4
6 引脚定义和功能.....	5
7 规格.....	6
7.1 绝对最大额定参数.....	6
7.2 ESD 等级.....	6
7.3 推荐工作条件.....	7
7.4 典型电气参数.....	8
7.5 时序要求.....	10
7.6 典型参数曲线.....	11
8 详细说明.....	16
8.1 概览.....	16
8.2 功能框图.....	16
8.3 特性说明.....	16
8.3.1 电源 (SUPPLY).....	16
8.3.2 启动和关断.....	17
8.3.3 恒流输出和设置 (IN _x).....	17
8.3.4 热共享电阻 (OUT _x 和 RES _x).....	17
8.3.5 PWM 控制 (PWM _x).....	18
8.3.6 电源控制.....	18
8.3.7 诊断功能.....	19
8.3.8 连带失效的故障总线输出.....	22
8.3.9 故障表.....	23
8.3.10 LED 故障汇总.....	24
8.3.11 IO 引脚内部连接.....	25
8.4 器件功能模式.....	26
8.4.1 欠压保护, $V_{(SUPPLY)} < V_{(POR_rising)}$	26
8.4.2 正常工作 $V_{(SUPPLY)} \geq 4.5\text{ V}$	26
8.4.3 低 Dropout 工作.....	26
8.4.4 故障模式.....	26
9 应用与设计.....	27
9.1 应用信息.....	27
9.2 典型应用.....	27
9.2.1 采用连带失效架构的 BCM 控制车尾灯系统.....	27
9.2.2 基于 MCU 的可独立 PWM 控制车尾灯系统.....	30
10 电源建议.....	32
11 PCB 版图设计.....	32
11.1 PCB 布局设计注意事项.....	32
12 封装规格尺寸.....	33
13 包装规格尺寸.....	34

4 修订历史

注意: 更新前的版本页码可能与当前版本不同。

版本	更新日期	变更项目
A.0	2025/04/11	初始版
A.0.1	2026/03/18	更新 I_{OUT} 参数并在典型参数曲线中增加 $I_{OUTx_Tot} = 200mA$ 相关测试数据

Preliminary version

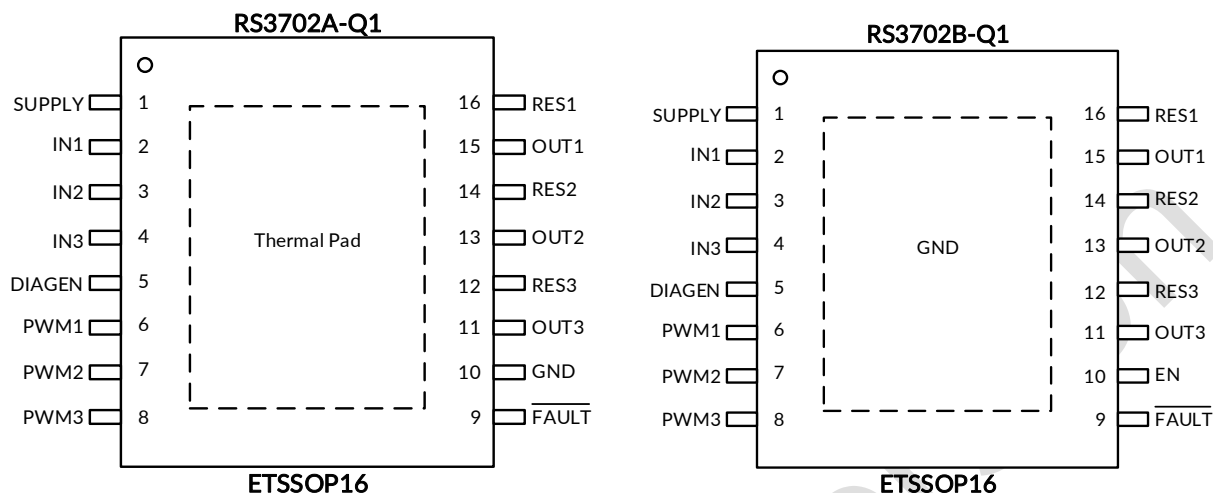
5 封装和订单说明⁽¹⁾

产品名称	订单型号	工作温度(°C)	封装类型	引脚镀层/ 焊球材料 ⁽²⁾	MSL 峰值 温度 ⁽³⁾	丝印 ⁽⁴⁾	包装规格
RS3702-Q1	RS3702AXETSS16-Q1	-40°C ~+125°C	ETSSOP16	SN	TBD	RS3702A	Tape and Reel, 4000
	RS3702BXETSS16-Q1	-40°C ~+125°C	ETSSOP16	SN	TBD	RS3702B	Tape and Reel, 4000

注意:

- (1) 该信息是当前版本的最新数据。这些数据如有更新，将及时更新到我司官网，恕不另行通知。
- (2) 引脚镀层/焊球材料。可订购器件可能存在多种表面处理选项，各选项间以竖线分隔。若处理工艺名称超出列宽限制，引脚镀层/焊球材料字段将换行显示。
- (3) Runic 装配厂使用符合 JEDEC 工业标准 J-STD-20F 的通用预处理设置对 MSL 级别进行分类。如果您的最终应用对预处理设置非常关键，或者您有特殊要求，请与 Runic 技术支持联系。
- (4) 丝印可能会有其他附加的代码，用于产品的内控追溯（包括数据代码和供应商代码）或者标志产地。

6 引脚定义和功能



引脚功能

引脚		I/O ⁽¹⁾	功能说明
引脚名称	编号		
SUPPLY	1	I	设备电源。
IN1	2	I	通道 1 电流输入脚。
IN2	3	I	通道 2 电流输入脚。
IN3	4	I	通道 3 电流输入脚。
DIAGEN	5	I	用于 LED 开路检测的使能引脚，在低压降工作条件下，避免误触发开路检测诊断。
PWM1	6	I	用于 OUT1 和 RES1 的电流输出开/关控制的 PWM 输入。
PWM2	7	I	用于 OUT2 和 RES2 的电流输出开/关控制的 PWM 输入。
PWM3	8	I	用于 OUT3 和 RES3 的电流输出开/关控制的 PWM 输入。
FAULT	9	I/O	故障输出管脚，可配置为仅失效通道关闭或连带失效的故障总线。
GND	10	-	RS3702A-Q1: 接地。
EN		-	RS3702B-Q1: 设备使能脚。
OUT3	11	O	通道 3 电流输出脚。建议在该引脚与 GND 之间使用 10nF 电容器。
RES3	12	O	通道 3 电流输出脚，外接热共享电阻器。
OUT2	13	O	通道 2 电流输出脚。建议在该引脚与 GND 之间使用 10nF 电容器。
RES2	14	O	通道 2 电流输出脚，外接热共享电阻器。
OUT1	15	O	通道 1 电流输出脚。建议在该引脚与 GND 之间使用 10nF 电容器。
RES1	16	O	通道 1 电流输出脚，外接热共享电阻器。
散热焊盘	散热焊盘	-	RS3702A-Q1: 建议连接至 GND。
GND		-	RS3702B-Q1: 接地。

(1) I=输入管脚, O=输出管脚。

7 规格

7.1 绝对最大额定参数

在自然通风温度范围内（除非特别注明）⁽¹⁾

		最小值	最大值	单位
电源引脚	SUPPLY	-0.3	45	V
高电压输入引脚	DIAGEN, IN1, IN2, IN3, EN, PWM1, PWM2, PWM3	-0.3	$V_{\text{SUPPLY}}+0.3$	V
高电压输出引脚	OUT1, OUT2, OUT3, RES1, RES2, RES3	-0.3	$V_{\text{SUPPLY}}+0.3$	V
故障总线引脚	FAULT	-0.3	$V_{\text{SUPPLY}}+0.3$	V
θ_{JA}	结至环境热阻 ⁽²⁾	ETSSOP16	54	°C/W
T_J	工作结温 ⁽³⁾	-40	150	°C
T_{stg}	储存温度	-40	150	°C

(1) 这里只表示产品在测试条件下得到的极限值，并不表示产品在这些条件下或者其他超出规格限定的参数条件下能够正常工作，超过上述绝对最大额定值所规定的范围将对产品造成损害，无法预测产品在上述条件外的工作状态。如果产品长期在上述条件外的条件下工作，可能影响产品性能。

(2) 封装热阻抗根据 JESD-51 标准计算。

(3) 最大功耗是有关 $T_{J(\text{MAX})}$ 、 $R_{\theta JA}$ 和 T_A 的函数。任意环境温度下的最大功耗为 $P_D = (T_{J(\text{MAX})} - T_A) / R_{\theta JA}$ 。适用于直接焊接到 PCB 上的封装。

7.2 ESD 等级

以下 ESD 信息仅针对在防静电保护区内操作的敏感设备。

			标称值	单位
$V_{\text{(ESD)}}$	静电放电	人体模型 (HBM), 符合 AEC Q100-002 规范 ⁽¹⁾	±2000	V
		带电器件模型 (CDM), 符合 AEC Q100-011 规范	±1000	V
		门锁效应 (LU), 符合 AEC Q100-004 规范	TBD	mA

(1) AEC Q100-002 标准规定，人体模型 (HBM) 静电放电测试须符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 规范要求。



ESD 灵敏性警告

ESD 损坏的范围可以从细微的性能下降到完全的设备失效。精密集成电路可能更容易受到损坏，因为非常小的参数变化有可能导致器件不符合其公布的参数规格。

7.3 推荐工作条件

在自然通风温度范围内（除非特别注明）

		最小值	最大值	单位
SUPPLY	电源管脚	4.5	40	V
IN1, IN2, IN3	Sense 电压管脚	$V_{\text{SUPPLY}} - V_{\text{CS_REG}}$	V_{SUPPLY}	V
EN	使能管脚	0	V_{SUPPLY}	V
PWM1, PWM2, PWM3	PWM 输入管脚	0	V_{SUPPLY}	V
DIAGEN	故障诊断使能管脚	0	V_{SUPPLY}	V
OUT1, OUT2, OUT3, RES1, RES2, RES3	输出管脚	0	V_{SUPPLY}	V
$\overline{\text{FAULT}}$	故障管脚	0	V_{SUPPLY}	V
工作环境温度, T_A		-40	125	°C

7.4 典型电气参数

测试条件为：V_{SUPPLY}=5V to 40V, V_{EN}=5V, T_J=25°C，除非特别注明。

参数		测试条件	最小值 (1)	典型值 (2)	最大值 (1)	单位
偏置参数						
V _{POR_rising}	电源电压 POR 上升阈值			3.65		V
V _{POR_falling}	电源电压 POR 下降阈值			3.55		V
I _{SD}	设备关断电流	V _{EN} = 0V, Only for RS3702B-Q1		5		μA
I _{Quiescent}	设备待机接地电流	EN=HIGH		1.3		mA
I _{Fault}	故障模式下的器件电源电流	PWM=HIGH, FAULT externally pulled LOW		0.26		mA
逻辑输入参数 (EN, DIAGEN, PWM)						
V _{IL_EN}	EN 管脚, 逻辑低阈值	Only for RS3702B-Q1			0.7	V
V _{IH_EN}	EN 管脚, 逻辑高阈值	Only for RS3702B-Q1	2			V
I _{EN_pulldown}	EN 管脚, 下拉电流	V _{EN} =12V, Only for RS3702B-Q1		2.7		μA
V _{IL_DIAGEN}	DIAGEN 管脚, 逻辑低阈值			1.1		V
V _{IH_DIAGEN}	DIAGEN 管脚, 逻辑高阈值			1.2		V
V _{IL_PWM}	PWM 管脚, 逻辑低阈值			1.1		V
V _{IH_PWM}	PWM 管脚, 逻辑高阈值			1.2		V
恒流驱动器参数						
I _{OUTx_Tot}	通道输出电流能力	Duty of PWM=100%	5		200	mA
V _{CS_REG}	Sense 电阻调节电压	T _A = -40°C to +125°C		150		mV
ΔV _{CS_c2c}	通道间失配	ΔV _{CS_c2c} =1-V _{CS_REGx} /V _{avg_CS_REG}		±0.5		%
ΔV _{CS_d2d}	器件间失配	ΔV _{CS_d2d} =1-V _{avg_CS_REG} /V _{nom_CS_REG}		±1		%
R _{CS_REG}	Sense 电阻配置范围		0.96		31.2	Ω
V _{DROPOUT}	从 IN _x 到 OUT _x 的压降, RES _x 开路	Current setting of 100mA		200		mV
		Current setting of 150mA		300		
	从 IN _x 到 RES _x 的压降, OUT _x 开路	Current setting of 100mA		265		
		Current setting of 150mA		400		
I _{RESx}	RES _x 电流与总电流之比	I _{RESx} /I _{OUTx_Tot} , V _{INx} -V _{RESx} >1V	95			%
诊断参数						
V _{OPEN_th_rising}	进入输出开路判断阈值, V _{IN} - V _{OUT}			340		mV
V _{OPEN_th_falling}	退出输出开路判断阈值, V _{IN} - V _{OUT}			510		mV
V _{SG_th_rising}	退出输出短路判断阈值			1.2		V
V _{SG_th_falling}	进入输出短路判断阈值			0.9		V
I _{RETRY}	输出短接到 GND, 故障恢复 RETRY 电流			1		mA

(1) 极限值是在 25°C 条件下进行的 100% 生产测试。通过使用统计质量控制 (SQC) 方法的相关性来确保工作温度范围的限制。

(2) 典型值表示在表征时确定的最可能的参数规范。实际典型值可能随时间变化, 也将取决于应用和配置。

典型电气参数（续）

测试条件为：V_{SUPPLY}=5V to 40V, V_{EN}=5V, T_J=25°C，除非特别注明。

参数		测试条件	最小值 (1)	典型值 (2)	最大值 (1)	单位
故障参数						
V _{IL_FAULT}	逻辑输入低电平阈值				0.7	V
V _{IH_FAULT}	逻辑输入高电平阈值		2			V
t _{FAULT_rising}	故障检测上升沿抗尖峰脉冲时间			10		μs
t _{FAULT_falling}	故障检测下降沿抗尖峰脉冲时间			20		μs
I _{FAULT_pulldown}	$\overline{\text{FAULT}}$ 内部下拉电流	V _{FAULT} =0.4V		3		mA
I _{FAULT_pullup}	$\overline{\text{FAULT}}$ 内部上拉电流			10		μA
I _{FAULT_leakage}	$\overline{\text{FAULT}}$ 漏电流	V _{FAULT} =40V		0.3		μA
过热保护						
T _{TSD}	过热关断结温阈值			170		°C
T _{TSD_HYS}	过热关断结温迟滞			15		°C

(1) 极限值是在 25°C 条件下进行的 100% 生产测试。通过使用统计质量控制 (SQC) 方法的相关性来确保工作温度范围的限制。

(2) 典型值表示在表征时确定的最可能的参数规范。实际典型值可能随时间变化，也将取决于应用和配置。

7.5 时序要求

参数		测试条件	最小值 (1)	典型值 (2)	最大值 (1)	单位
t _{PWM_delay_rising}	PWM 上升沿延迟, V _{IH_PWM} 电压至 10% 输出	V _{SUPPLY} =12V, V _{OUT} =6V, V _{CS_REG} =150mV, R _{SNSx} =1Ω, R _{RESx} =80Ω		5		μs
		V _{SUPPLY} =12V, V _{OUT} =6V, V _{CS_REG} =150mV, R _{SNSx} =30Ω, R _{RESx} =80Ω		5		μs
t _{Current_rising}	输出电流从 10% 上升到 90%	V _{SUPPLY} =12V, V _{OUT} =6V, V _{CS_REG} =150mV, R _{SNSx} =1Ω, R _{RESx} =80Ω		2		μs
		V _{SUPPLY} =12V, V _{OUT} =6V, V _{CS_REG} =150mV, R _{SNSx} =30Ω, R _{RESx} =80Ω		1		μs
t _{PWM_delay_falling}	PWM 下降沿延迟, V _{IL_PWM} 电压至 90% 输出	V _{SUPPLY} =12V, V _{OUT} =6V, V _{CS_REG} =150mV, R _{SNSx} =1Ω, R _{RESx} =80Ω		4		μs
		V _{SUPPLY} =12V, V _{OUT} =6V, V _{CS_REG} =150mV, R _{SNSx} =30Ω, R _{RESx} =80Ω		4		μs
t _{Current_falling}	输出电流从 90% 下降到 10%	V _{SUPPLY} =12V, V _{OUT} =6V, V _{CS_REG} =150mV, R _{SNSx} =1Ω, R _{RESx} =80Ω		3		μs
		V _{SUPPLY} =12V, V _{OUT} =6V, V _{CS_REG} =150mV, R _{SNSx} =30Ω, R _{RESx} =80Ω		1		μs
t _{STARTUP}	SUPPLY 上升沿至 10% 输出 电流	V _{SUPPLY} =12V, V _{OUT} =6V, V _{CS_REG} =150mV, R _{SNSx} =1Ω, R _{RESx} =80Ω		85		μs
t _{OPEN_deg}	LED 开路故障抗尖峰脉冲时 间			125		μs
t _{SG_deg}	输出接地短路检测抗尖峰脉 冲时间			125		μs
t _{Recover_deg}	开路和短路故障恢复抗尖峰 脉冲时间			125		μs
t _{FAULT_recovery}	故障恢复延迟时间			50		μs
t _{TSD_deg}	过温抗尖峰脉冲时间			50		μs

(1) 极限值是在 25°C 条件下进行的 100% 生产测试。通过使用统计质量控制 (SQC) 方法的相关性来确保工作温度范围的限制。

(2) 典型值表示在表征时确定的最可能的参数规范。实际典型值可能随时间变化, 也将取决于应用和配置。

7.6 典型参数曲线

注意：本说明后面提供的图表和表格是基于有限数量样本的统计摘要，仅供参考。

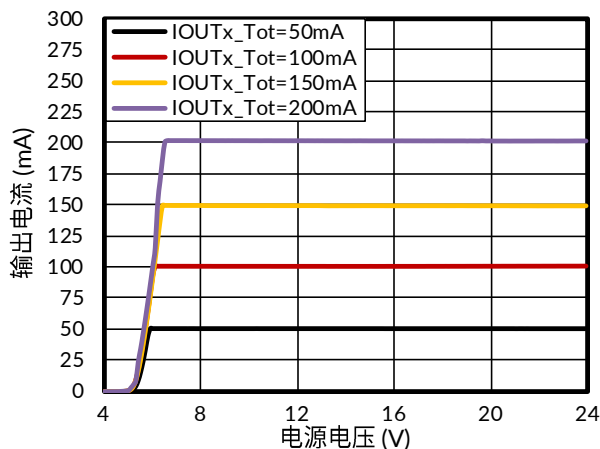


图 1. 输出电流与电源电压的关系

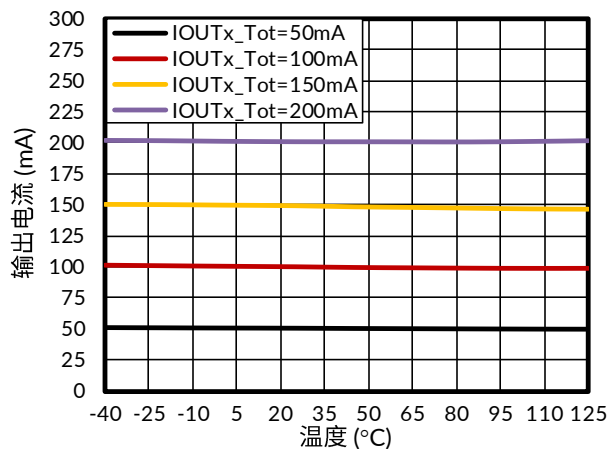


图 2. 输出电流与温度的关系

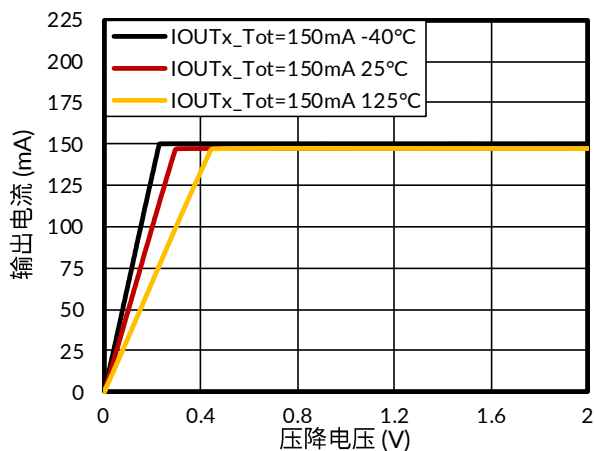


图 3. 输出电流与压降电压的关系

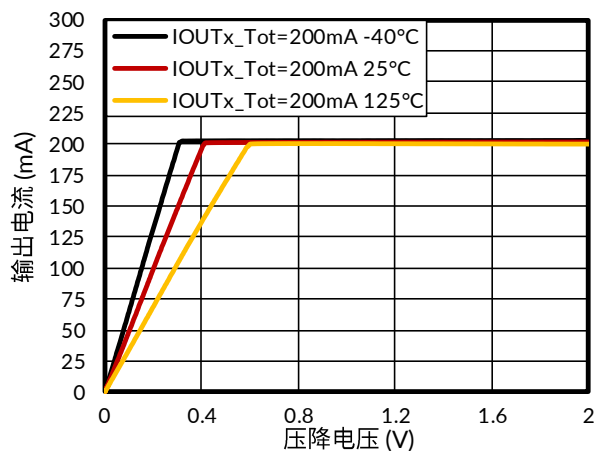


图 4. 输出电流与压降电压的关系

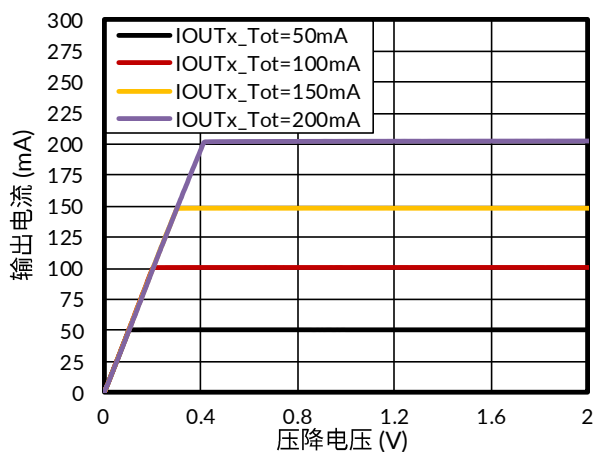


图 5. 输出电流与压降电压的关系

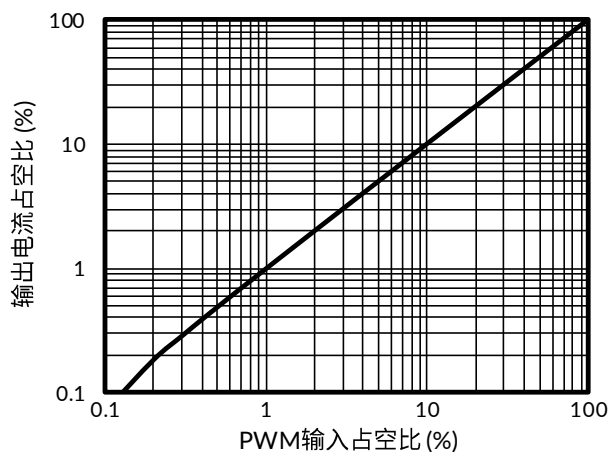


图 6. PWM 输出占空比与输入占空比的关系

典型参数曲线（续）

注意：本说明后面提供的图表和表格是基于有限数量样本的统计摘要，仅供参考。

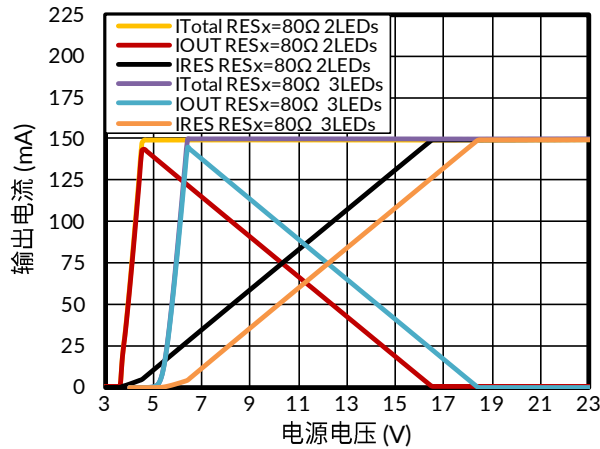


图 7. 输出电流分布与电源电压的关系

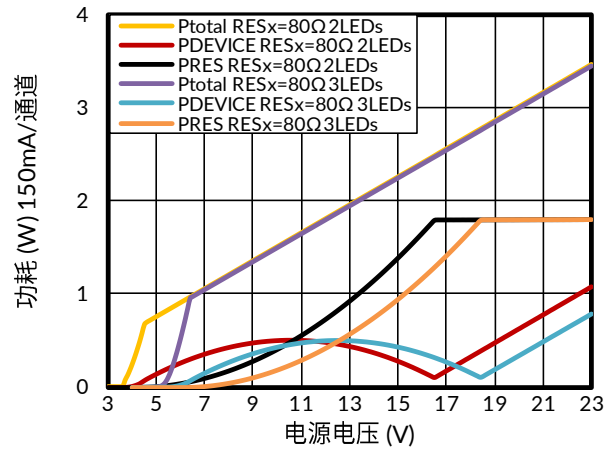


图 8. 功耗与电源电压的关系

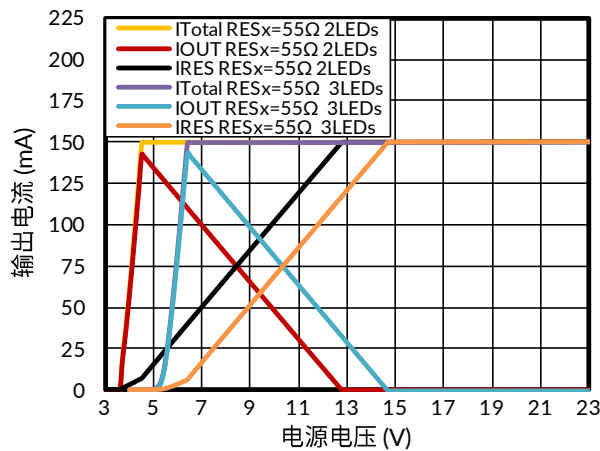


图 9. 输出电流分布与电源电压的关系

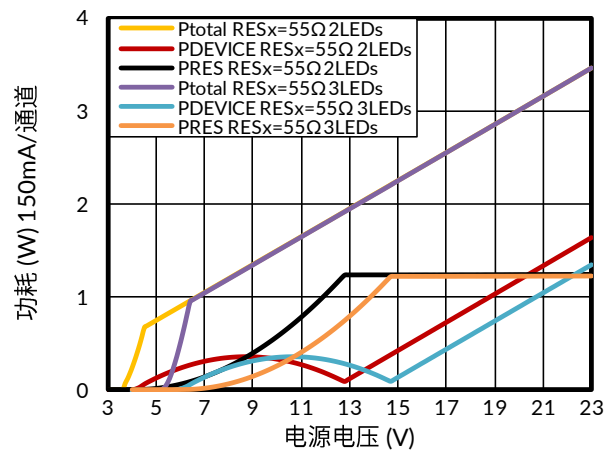


图 10. 功耗与电源电压的关系

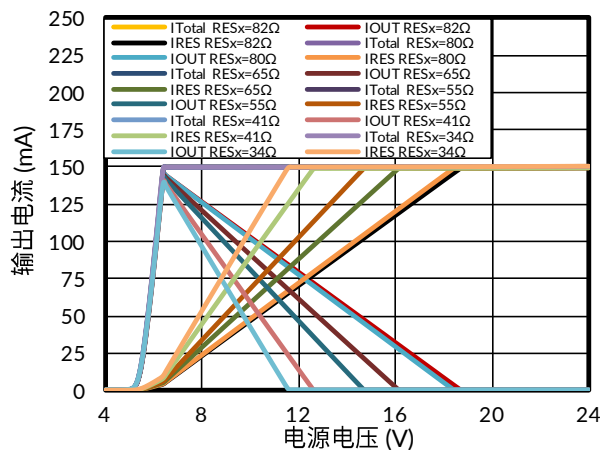


图 11. 输出电流分布与电源电压的关系
($I_{OUTx_Tot}=150mA$)

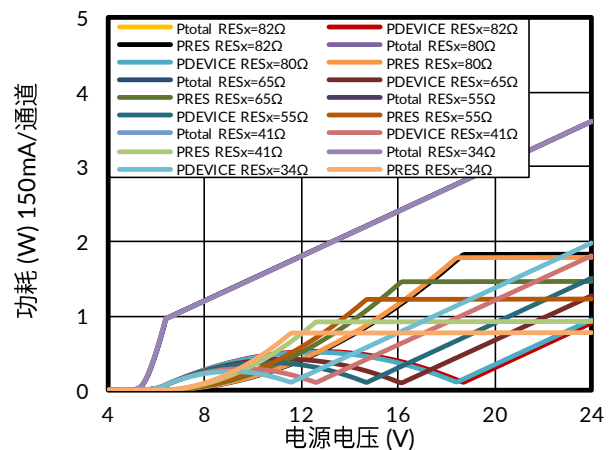


图 12. 功耗与电源电压的关系

典型参数曲线（续）

注意：本说明后面提供的图表和表格是基于有限数量样本的统计摘要，仅供参考。

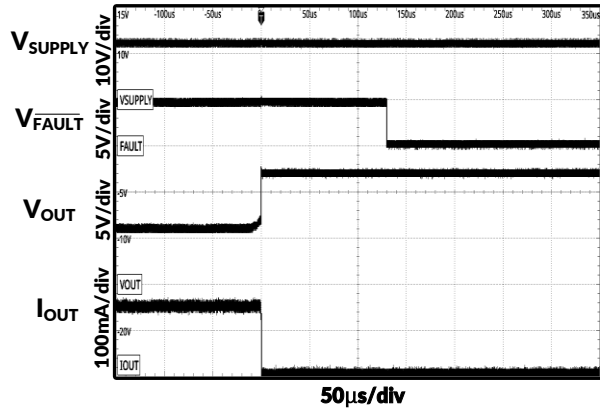


图 19. LED 开路保护

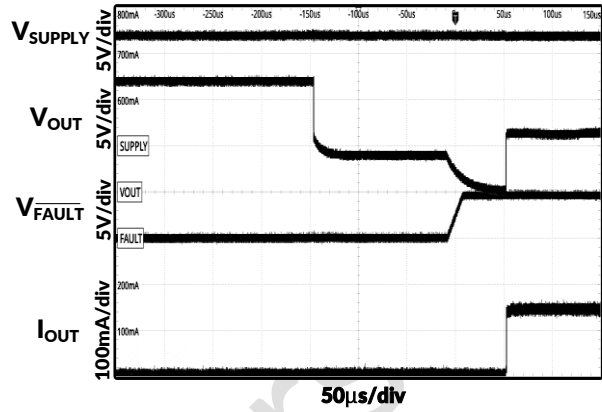


图 20. LED 开路保护恢复

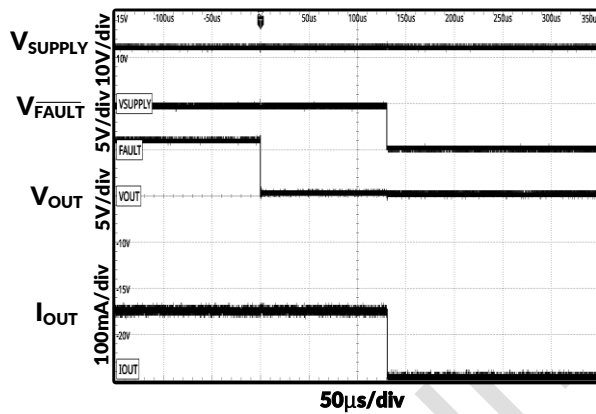


图 21. LED 短路保护

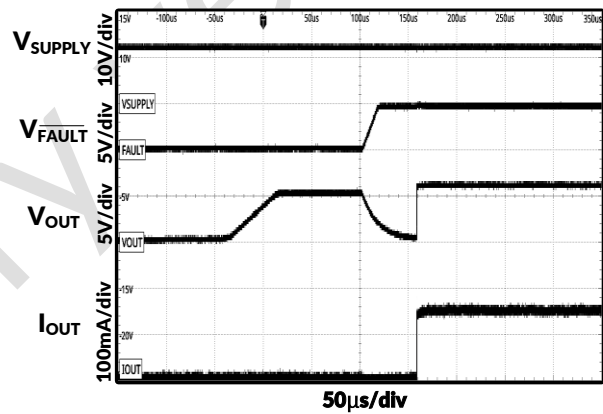


图 22. LED 短路保护恢复

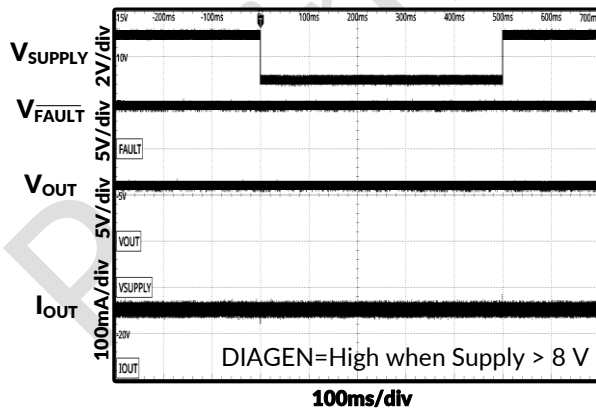


图 23. 瞬态欠电压

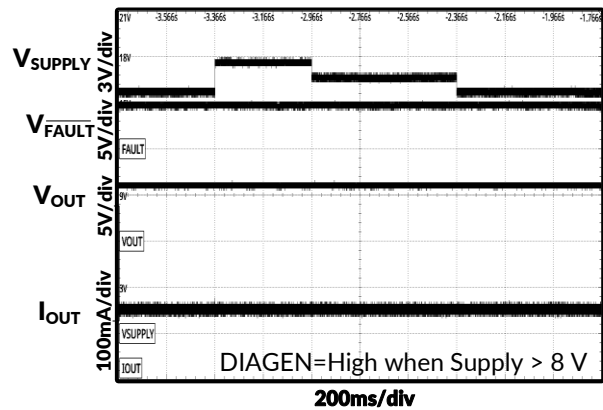


图 24. 瞬态过电压

典型参数曲线（续）

注意：本说明后面提供的图表和表格是基于有限数量样本的统计摘要，仅供参考。

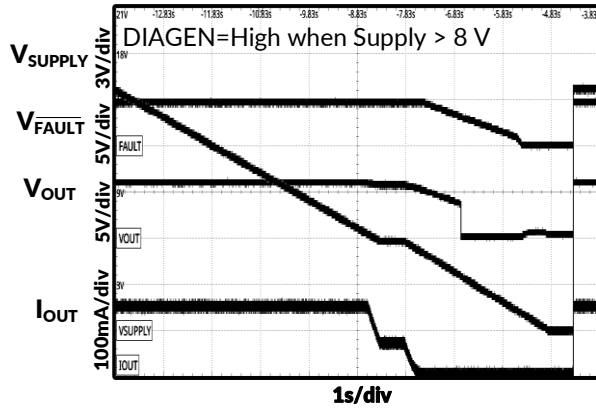


图 25. 电源电压缓慢下降和快速上升

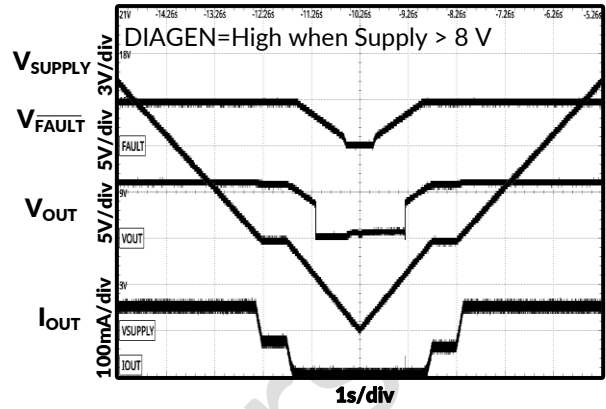


图 26. 电源电压缓慢下降和缓慢上升

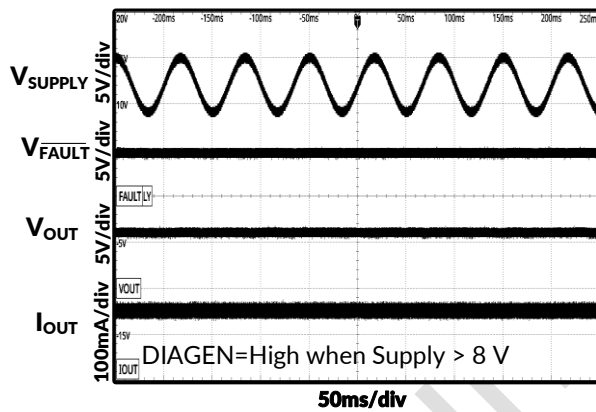


图 27. 15Hz 叠加交流电压

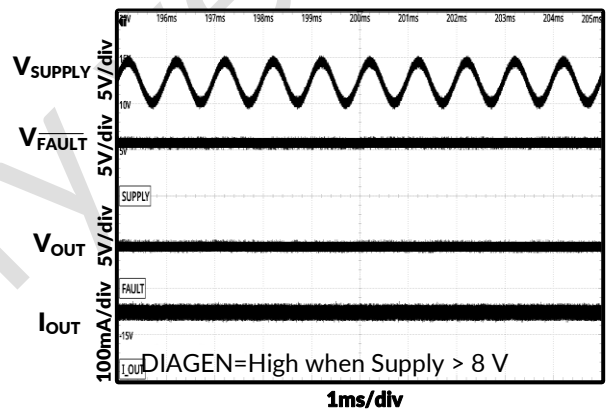


图 28. 1kHz 叠加交流电压

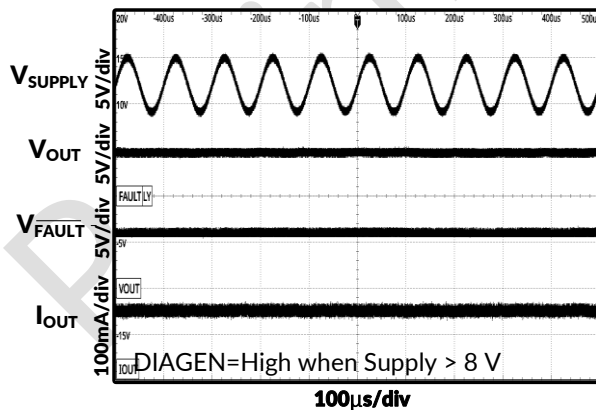


图 29. 10kHz 叠加交流电压

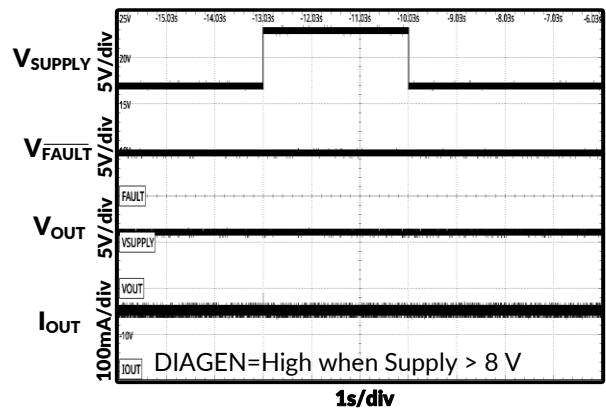


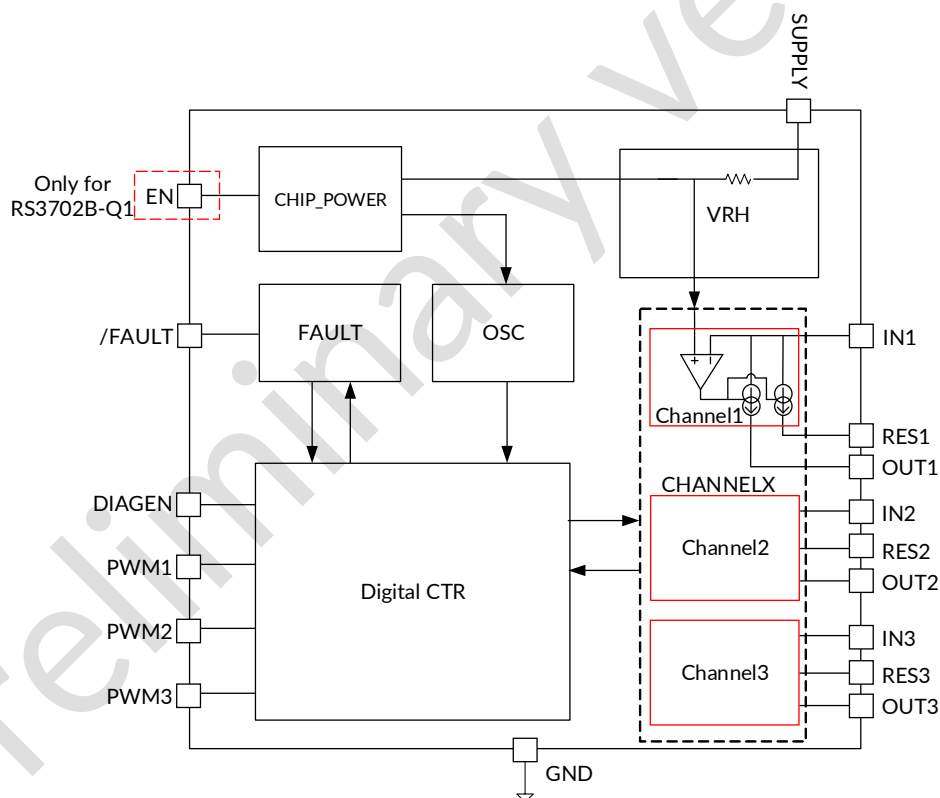
图 30. 跨接启动

8 详细说明

8.1 概览

RS3702-Q1是一款三通道输出、高边线性LED驱动器，支持外部热共享电阻，实现控制驱动器结温升高。该器件可直接由汽车蓄电池供电，在器件功耗受限条件下，可向LED输出高达600mA的满载电流。每个通道的电流输出可通过外部 $R_{(SNS)}$ 电阻独立设置。电流从电源流经 $R_{(SNS)}$ 电阻，进入集成的电流调节电路，再通过OUTx引脚和RESx引脚流向LED。RS3702-Q1同时支持电源控制和PWM控制两种模式实现LED开关功能，LED亮度还可通过施加在SUPPLY或PWMx引脚上的电压占空比调整，频率需高于100Hz。该器件提供全面诊断功能，确保系统稳定运行，包括LED开/短路检测、电源上电复位和热关断保护。RS3702-Q1采用16引脚ETSSOP封装。通过将所有FAULT引脚连接为故障总线，可与其他系列器件协同工作，实现单点失效全局失效的保护机制。

8.2 功能框图



8.3 特性说明

8.3.1 电源 (SUPPLY)

8.3.1.1 上电复位 (POR)

RS3702-Q1器件具有内部上电复位 (POR) 功能。当电源引脚接通电源时，内部POR电路将器件保持在复位状态，直到 $V_{(SUPPLY)}$ 电压超过 $V_{(POR_rising)}$ 阈值。

8.3.1.2 故障模式电源电流

当 FAULT 引脚被外部拉低时，RS3702-Q1 在 SUPPLY 中消耗极小的静态电流 $I_{(Fault)}$ 。同时，该器件关闭所有三个输出驱动器。

如果器件检测到故障，它将通过内部典型 3mA 恒定电流拉低 FAULT 引脚，作为对故障总线的故障指示信号。

8.3.2 启动和关断

当 SUPPLY 电压高于 $V_{(POR_rising)}$ 时，RS3702A-Q1 器件启动工作；若 SUPPLY 电压低于 $V_{(POR_falling)}$ ，则会自动关断。

RS3702B-Q1 器件配备使能输入引脚。当 EN 为低电平时，器件进入睡眠模式，静态电流降至超低水平 $I_{(SD)}$ 。此低电流特性可在电池电压直接连接至器件（无需高边开关）的应用中显著降低系统级功耗。

8.3.3 恒流输出和设置 (INx)

RS3702-Q1 器件是一款用于驱动 LED 的高边电流驱动器。该器件通过独立调节各通道外部高边电流检测电阻 $R_{(SNSx)}$ 的压降电压，实现对每个输出通道电流的精准控制。内置误差放大器驱动内部功率晶体管，将电流检测电阻 $R_{(SNSx)}$ 的压降电压维持在目标电压 $V_{(CS_REG)}$ ，从而将输出电流精确调控至目标值。当电流处于稳态时，各通道的电流值可通过公式 1 进行计算。

$$I_{(OUTx_Tot)} = \frac{V_{(CS_REG)}}{R_{(SNSx)}} \quad (1)$$

其中

- $V_{(CS_REG)} = 150 \text{ mV}$
- $x = 1, 2 \text{ 或 } 3$ 对应输出通道 1, 2 或 3

当电源电压低于 LED 灯串总正向压降电压与所需裕量电压（即 $V_{(DROPOUT)}$ 与 $V_{(CS_REG)}$ 之和）时，RS3702-Q1 无法输出 $R_{(SNSx)}$ 设定的足额电流，此时检测电阻 $R_{(SNSx)}$ 两端电压将低于 $V_{(CS_REG)}$ 。

8.3.4 热共享电阻 (OUTx 和 RESx)

RS3702-Q1 器件为每个通道提供两条独立电流输出路径。电流从电源经 $R_{(SNSx)}$ 电阻流入集成电流调节电路，再通过 OUTx 引脚和 RESx 引脚流向 LED。OUTx 引脚和 RESx 引脚的电流输出均独立调节，共同构成通道总输出电流。OUTx 与 RESx 的总电流等于通道中 $R_{(SNSx)}$ 电阻的电流值。OUTx 引脚直接连接 LED 负载的阳极，而 RESx 引脚则通过外部电阻连接 LED，以此分担部分功率损耗并降低 RS3702-Q1 的热积聚。

RS3702-Q1 内置独立电流调节电路，能够动态调整 OUTx 和 RESx 两个输出端的电流，确保 LED 总电流稳定。RS3702-Q1 总是尽可能多的调节输出电流从 RESx 管脚输出，直到 RESx 路输出电流饱和，设置输出电流剩余部分被调节从 OUTx 管脚输出。当电源与 LED 总正向电压差较大时，大部分电流会通过 RESx 引脚输出至 LED；反之，当电源与 LED 正向电压差较小时，大部分电流则通过 OUTx 引脚输出。

8.3.5 PWM 控制 (PWMx)

RS3702-Q1 的脉宽调制 (PWM) 输入端作为输出电流的使能端。当 PWM 引脚电压高于 $V_{IH(PWM)}$ 时, 对应输出电流会被激活; 若电压低于 $V_{IL(PWM)}$, 则输出电流及诊断功能均会被禁用。除输出电流使能与禁用功能外, 当施加的 PWM 信号频率高于 100Hz (超出人眼可见频闪范围) 时, RS3702-Q1 的 PWM 输入还支持调节平均电流输出以实现亮度控制。RUNIC 建议采用占空比 1% 至 100% 的 200Hz PWM 信号进行亮度调节, 典型 PWM 调光应用图详见图 47。

RS3702-Q1 器件共有三个 PWM 输入引脚, PWM1、PWM2 和 PWM3, 可独立控制各电流输出通道。PWM1 输入控制 OUT1 和 RES1 的输出通道 1, PWM2 输入控制 OUT2 和 RES2 的输出通道 2, PWM3 输入控制 OUT3 和 RES3 的输出通道 3。图 31 展示了 PWM 输入与电流输出的时序关系。

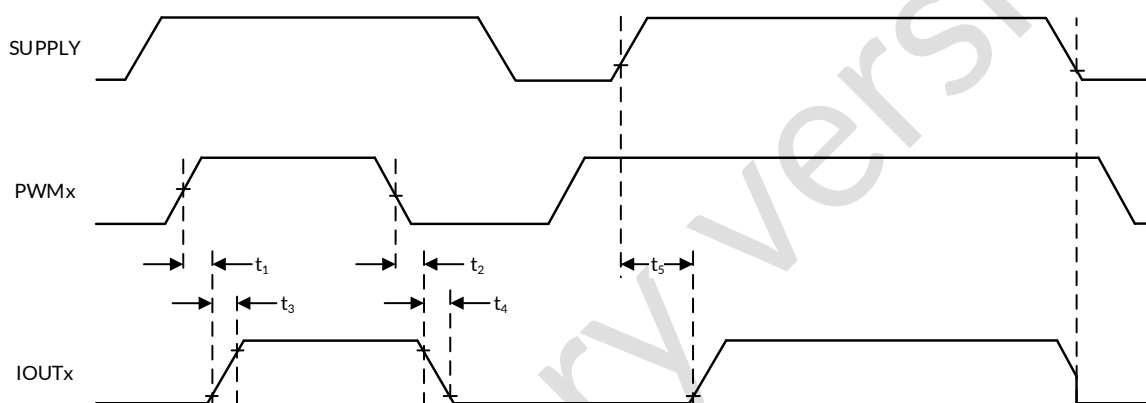


图 31. 上电顺序和 PWM 调光时序

图 31 中每个时间段的详细信息和数值在“时序要求”章节中描述。

8.3.6 电源控制

RS3702-Q1 支持通过电源控制功能实现输出电流的开关调节。当 SUPPLY 引脚电压高于 LED 灯串正向压降电压与所需电流下的裕量电压之和, 且 PWM 引脚为高电平时, 输出电流开启并实现精确调节。反之, 若 SUPPLY 引脚电压低于 $V_{(POR_falling)}$ 阈值, 输出电流则被关断。此特性使得预设的电源电压可直接控制输出电流开关。当开关频率足够快时, 可实现亮度调节。基于 RS3702-Q1 器件 PWM 阈值的高精度设计, RUNIC 建议可在 PWM 引脚上设置分压电阻, 如图 32 所示, 设定 SUPPLY 阈值高于 LED 正向压降电压与所需裕量电压之和。该裕量电压是 $V_{(DROPOUT)}$ 和 $V_{(CS_REG)}$ 的总和。当 PWM 引脚电压高于 $V_{IH(PWM)}$ 阈值时, 输出电流启动; 若低于 $V_{IL(PWM)}$ 阈值, 则输出电流关断。SUPPLY 阈值电压可通过公式 2 计算得出。

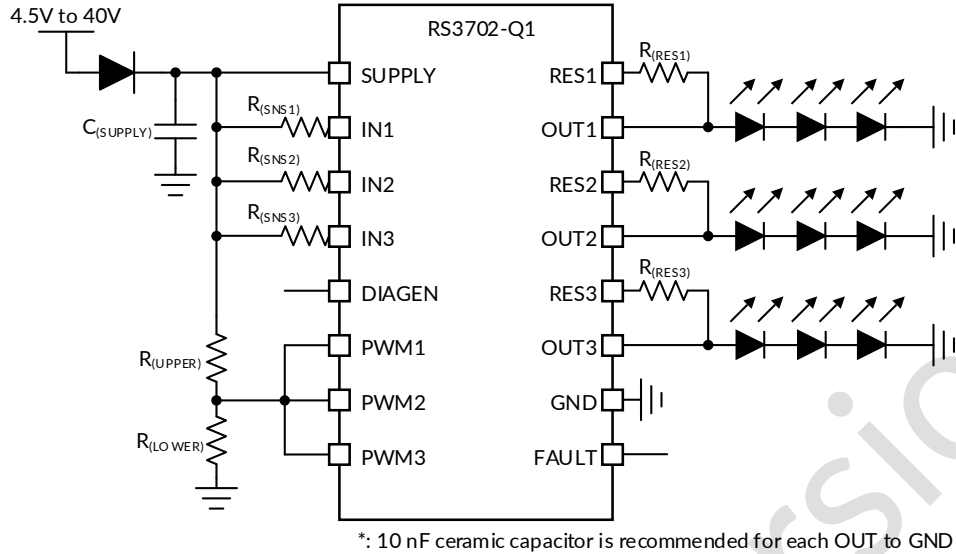


图 32. 电源控制 LED 亮度应用示意图

$$V_{(\text{SUPPLY_PWM_th_rising})} = V_{\text{IH(PWM)}} \times \left(1 + \frac{R_{(\text{UPPER})}}{R_{(\text{LOWER})}} \right) \quad (2)$$

其中

- $V_{\text{IH(PWM)}} = 1.2 \text{ V}$ (典型值)

8.3.7 诊断功能

RS3702-Q1 器件为汽车外部照明系统提供先进的诊断和故障保护功能。该器件能够检测并防护 LED 灯串接地短路、LED 灯串开路及结温过高等故障。同时支持仅失效通道关闭或连带失效的总线设计，可灵活适应不同的电源管理要求。

8.3.7.1 LED 接地短路检测

RS3702-Q1 器件具备 LED 接地短路检测功能。该检测功能在输出电流使能状态下检测输出电压。一旦检测到 LED 接地短路故障，无论 PWM 输入状态如何，器件将自动关闭故障通道并启动重试。当重试机制检测到 LED 接地短路故障解除后，器件将恢复正常工作状态。

RS3702-Q1 器件通过检测各通道的 $V_{(\text{OUTx})}$ 电压和 $V_{(\text{RESx})}$ 电压，并将其与内部参考电压比较来判定接地短路故障。当 $V_{(\text{OUTx})}$ 或 $V_{(\text{RESx})}$ 电压持续低于 $V_{(\text{SG_th_falling})}$ 阈值超过 $t_{(\text{SG_deg})}$ 抗尖峰脉冲时间时，器件会触发接地短路告警并下拉 FAULT 引脚。抗尖峰脉冲时间内，若 $V_{(\text{OUTx})}$ 和 $V_{(\text{RESx})}$ 电压回升至 $V_{(\text{SG_th_rising})}$ 阈值以上，计时尖峰脉冲时间计时器复位。

当 RS3702-Q1 检测到接地短路故障后，器件关闭故障输出通道，并以小电流自动重试。在重试期间，器件从 SUPPLY 向 OUT 持续注入小电流 $I_{(\text{Retry})}$ ，持续上拉 LED 负载。当输出电压升至 $V_{(\text{SG_th_rising})}$ 阈值以上时，自动清除故障标志并恢复正常工作。图 33 展示了 LED 短路检测、保护、重试及恢复的完整时序。

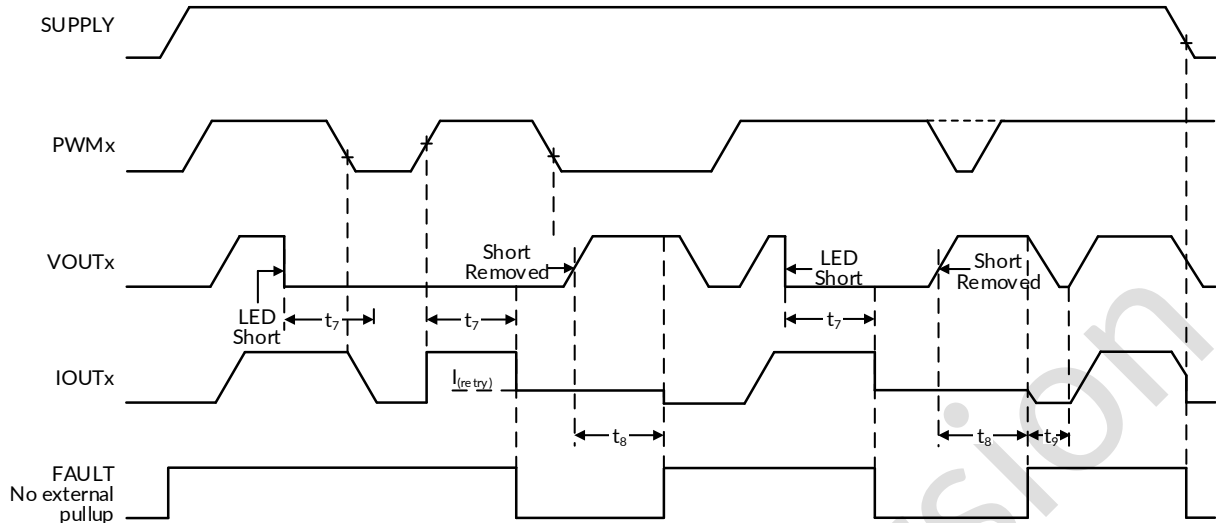


图 33. LED 接地短路检测和恢复时序图

图 33 中每个时间段的详细信息和值在“时序要求”章节中描述。

8.3.7.2 LED 开路检测

RS3702-Q1 器件具备 LED 开路检测功能。该功能在输出电流使能状态下检测输出电压。仅当 DIAGEN 为高电平时，启用 LED 开路检测功能。对电源短路故障同样被识别为 LED 开路故障。

RS3702-Q1 器件在 PWM 处于高电平时，会实时检测各通道的输入输出引脚间的压降电压。系统通过比较 $V_{(INx)} - V_{(OUTx)}$ 与内部参考电压 $V_{(OPEN_th_rising)}$ 来判定开路事件。当检测到 LED 开路故障时，若 $V_{(OUTx)}$ 持续上升导致 $V_{(INx)} - V_{(OUTx)}$ 低于 $V_{(OPEN_th_rising)}$ 并且持续时间超过抗尖峰脉冲时间 $t_{(OPEN_deg)}$ ，器件判定开路故障。检测到 LED 开路故障后，内部恒流源就会下拉 FAULT 引脚电压。抗尖峰脉冲时间内，当 $V_{(OUTx)}$ 回落使得 $V_{(INx)} - V_{(OUTx)}$ 超过 $V_{(OPEN_th_falling)}$ 阈值时，计时尖峰脉冲时间计时器复位。

RS3702-Q1 在检测到 LED 开路故障后，故障通道输出电流调节功能关闭。当 DIAGEN 输入为逻辑高电平时，器件从 SUPPLY 向 OUT 和 RES 端注入小电流 $I_{(Retry)}$ 。故障消除后，器件恢复正常工作并释放 FAULT 引脚。图 34 展示了 LED 开路检测、保护、重试及恢复的完整时序。

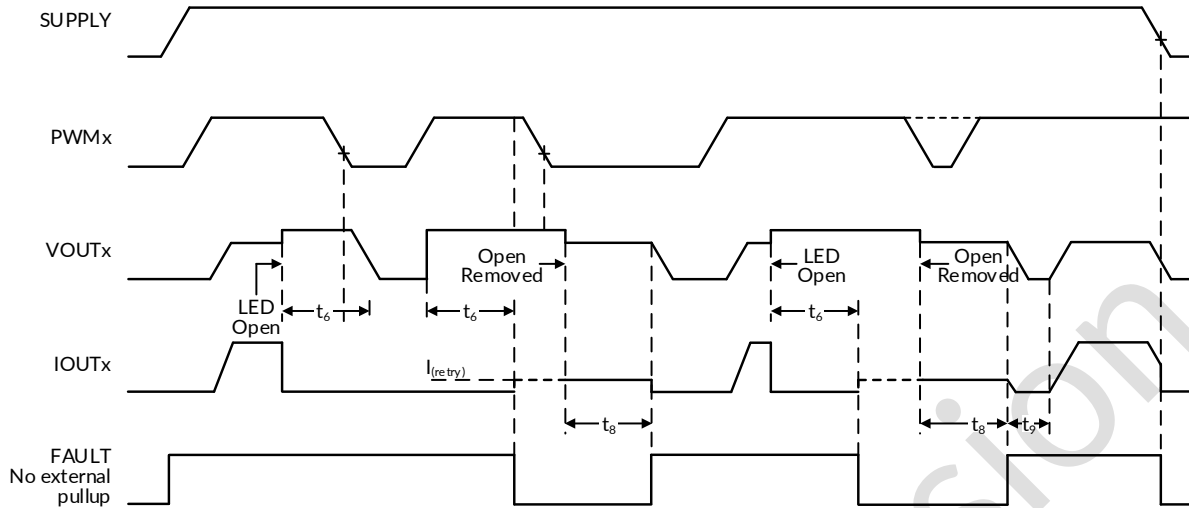


图 34. LED 开路检测和恢复时序图

图 34 中每个时间段的详细信息和值在“时序要求”章节中描述。

8.3.7.3 LED 开路检测使能 (DIAGEN)

RS3702-Q1 器件通过 DIAGEN 引脚提供精确阈值，用于禁用 LED 开路检测功能。如图 35 所示，该引脚可根据外部电阻分压器检测的 SUPPLY 引脚电压，使能或禁用 LED 开路检测。当 DIAGEN 引脚电压高于阈值 $V_{IH(DIAGEN)}$ 时，器件将启用 LED 开路检测；若 DIAGEN 电压低于阈值 $V_{IL(DIAGEN)}$ ，则会关闭该检测功能。

仅可通过下拉 DIAGEN 引脚禁用 LED 开路检测。LED 接地短路检测和过温保护功能无法通过下拉 DIAGEN 引脚关闭。可使用公式 3 计算 SUPPLY 阈值电压。

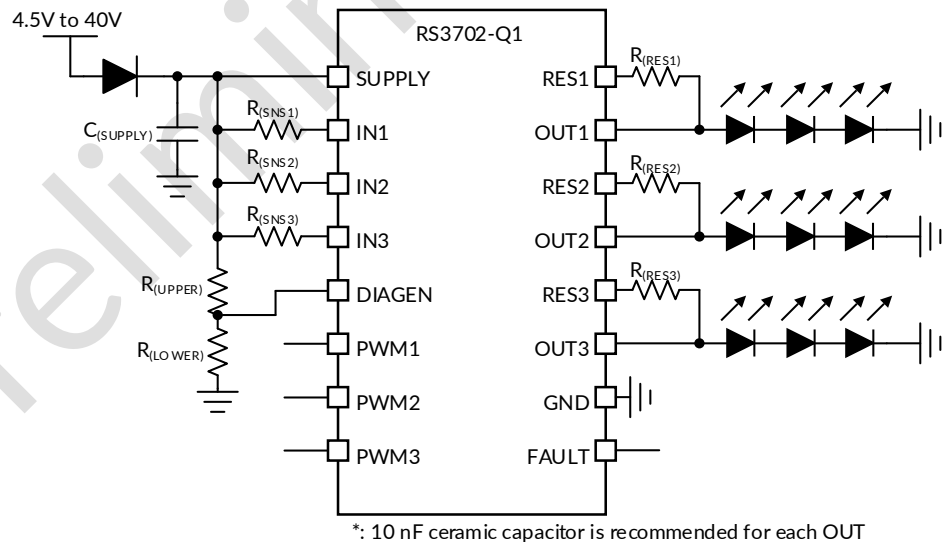


图 35. DIAGEN 应用示意图

$$V_{(SUPPLY_DIAGEN_th_falling)} = V_{IL(DIAGEN)} \times \left(1 + \frac{R_{(UPPER)}}{R_{(LOWER)}} \right) \quad (3)$$

其中

- $V_{IL(DIAGEN)} = 1.1 \text{ V}$ (典型值)

8.3.7.4 过温保护

RS3702-Q1 器件持续检测器件结温。当结温达到过热关断阈值 $T_{(TSD)}$ 时，输出关闭。待结温回落至 $T_{(TSD)} - T_{(TSD_HYS)}$ 以下后，器件恢复正常工作。在过热保护期间，FAULT 引脚被拉低。

8.3.7.5 低 Dropout 工作

当电源电压降至 LED 灯串总正向电压与所需电流的裕量电压之和以下时，RS3702-Q1 器件将在低压降条件下运行，使输出电流尽可能接近目标值。由于功率管裕量电压不足，实际输出电流会低于预设值。导致检测电阻两端的电压无法达到稳压目标值。这里所说的裕量电压，是 $V_{(DROPOUT)}$ 和 $V_{(CS_REG)}$ 两者之和。

若设计 RS3702-Q1 在低压降条件下运行，则必须通过将 DIAGEN 引脚电压拉低至低于 $V_{IL(DIAGEN)}$ 来禁用开路诊断功能。否则，器件将误判开路故障，并通过 FAULT 引脚上报故障信号。DIAGEN 引脚的作用正是避免因电源电压过低引发的错误诊断。

8.3.8 连带失效的故障总线输出

正常工作时，RS3702-Q1 的 FAULT 引脚由内部上拉源电流 $I_{(FAULT_pullup)}$ 实现弱上拉。若发生任何故障，FAULT 引脚将被内部下拉灌电流 $I_{(FAULT_pulldown)}$ 强制下拉，以触发故障报警。

同时，RS3702-Q1 持续监测 FAULT 引脚的内部电压。如果 RS3702-Q1 的 FAULT 引脚被外部灌电流拉低至 $V_{IL(FAULT)}$ 以下，即使器件自身未检测到故障，也会立即关闭所有输出电流。只有当 FAULT 引脚电压回升至 $V_{IH(FAULT)}$ 以上时器件才会恢复正常工作。

基于此特性，通过并联多个 RS3702-Q1 器件的 FAULT 引脚，可构建如图 36 所示的故障总线机制，实现连带失效功能。当下级器件 (B) 检测到 LED 故障并拉低 FAULT 引脚时，因引脚互连，上级器件 (A) 将同步检测到低电平信号，随即关闭其所有通道的输出电流。若如图 37 所示，将各器件的 FAULT 引脚均连接至外部 PNP 晶体管基极，则禁用连带失效功能，仅故障通道被关闭。

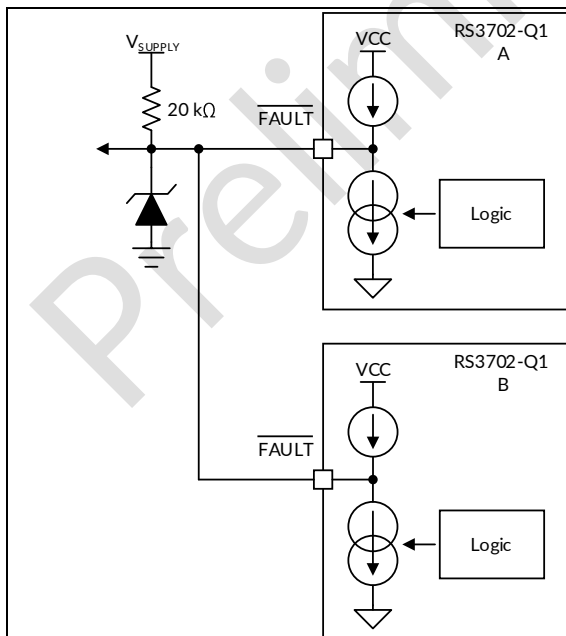


图 36. 连带失效故障总线应用

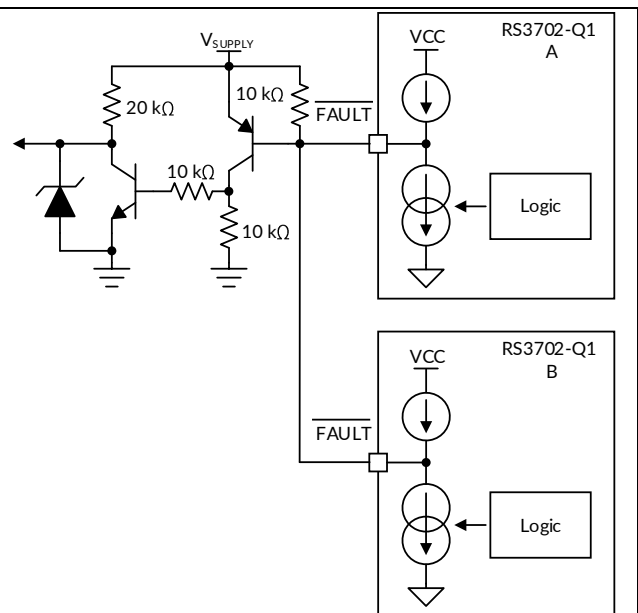


图 37. 仅失效通道关闭故障总线应用

8.3.9 故障表

表 1. 故障表，DIAGEN = 高电平 (全功能)

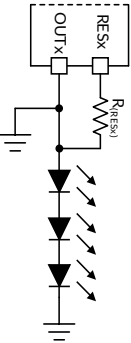
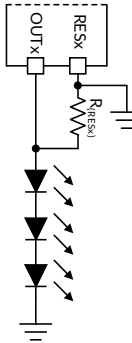
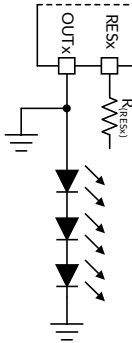
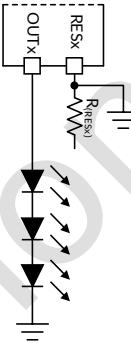
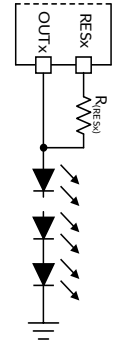
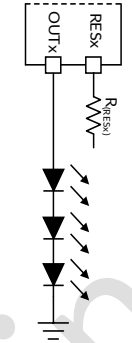
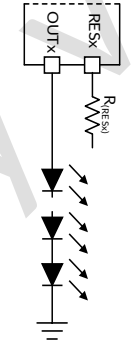
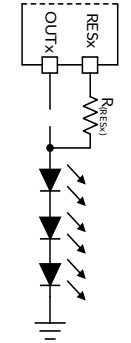
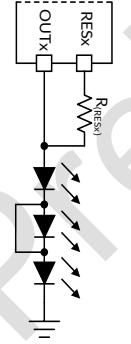
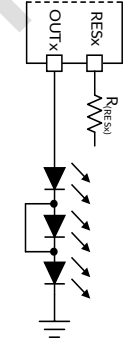
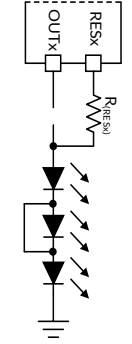
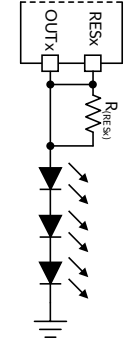
故障总线状态	故障类型	检测机制	控制输入	抗尖峰脉冲时间	故障总线	故障处理流程	故障恢复
$\overline{\text{FAULT}}=\text{H}$	开路或对电源短接	$V_{(\text{IN})} - V_{(\text{OUT})} < V_{(\text{OPEN_th_rising})}$	$\text{PWMx} = \text{H}$	$t_{(\text{OPEN_deg})}$	恒流下拉	器件关闭故障输出，不受 PWM 控制，输出恒定电流 $I_{(\text{retry})}$ 。	自动恢复
	接地短路	$V_{(\text{OUT})} < V_{(\text{SG_th_falling})}$ OR $V_{(\text{RES})} < V_{(\text{SG_th_falling})}$	$\text{PWMx} = \text{H}$	$t_{(\text{SG_deg})}$	恒流下拉	器件关闭故障输出，不受 PWM 控制，输出恒定电流 $I_{(\text{retry})}$ 。	自动恢复
	过温	$T_J > T_{(\text{TSD})}$	$T_J > T_{(\text{TSD})}$	$t_{(\text{TSD_deg})}$	恒流下拉	器件关闭所有输出通道。	自动恢复
$\overline{\text{FAULT}}=\text{L}$	检测到故障	器件关闭所有剩余通道，并对故障通道持续进行重试。当 $\overline{\text{Fault}}$ 引脚释放后，所有通道将在 $t_{(\text{FAULT_recovery})}$ 时间后重新开启。					
	未检测到故障	器件关闭所有输出通道。					

表 2. 故障表，DIAGEN = 低电平 (全功能)

故障总线状态	故障类型	检测机制	控制输入	抗尖峰脉冲时间	故障总线	故障处理流程	故障恢复
$\overline{\text{FAULT}}=\text{H}$	开路或对电源短接	忽略					
	接地短路	$V_{(\text{OUT})} < V_{(\text{SG_th_falling})}$ OR $V_{(\text{OUT})} < V_{(\text{SG_th_falling})}$	$\text{PWMx} = \text{H}$	$t_{(\text{SG_deg})}$	恒流下拉	器件关闭输出，不受 PWM 控制，输出恒定电流 $I_{(\text{retry})}$ 。	自动恢复
	过温	$T_J > T_{(\text{TSD})}$		$t_{(\text{TSD_deg})}$	恒流下拉	器件关闭所有输出通道。	自动恢复
$\overline{\text{FAULT}}=\text{L}$	检测到故障	器件关闭所有剩余通道，并对故障通道持续进行重试。当 $\overline{\text{Fault}}$ 引脚释放后，所有通道将在 $t_{(\text{FAULT_recovery})}$ 时间后重新开启。					
	未检测到故障	器件关闭所有输出通道。					

8.3.10 LED 故障汇总

表 3. LED 连接故障汇总

案例 1	案例 2	案例 3	案例 4
			
LED 接地短路故障	LED 接地短路故障	LED 接地短路故障	LED 接地短路故障
案例 5	案例 6	案例 7	案例 8
			
LED 开路故障	无故障	LED 开路故障	LED 开路故障
案例 9	案例 10	案例 11	案例 12
			
无故障	无故障	LED 开路故障	无故障

8.3.11 IO 引脚内部连接

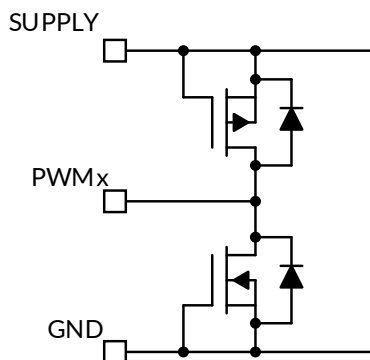


图 38. PWM_x 引脚

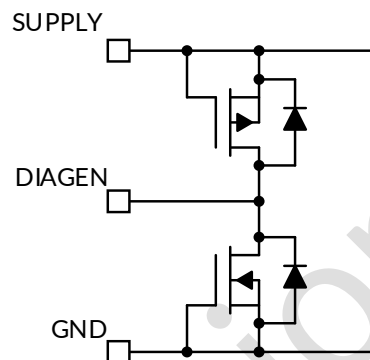


图 39. DIAGEN 引脚

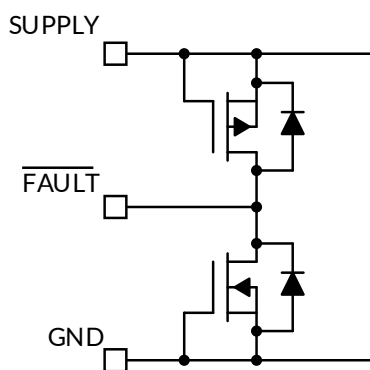


图 40. FAULT 引脚

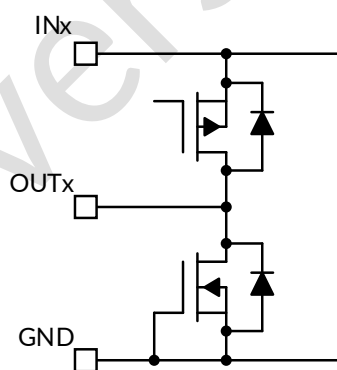


图 41. OUT_x 引脚

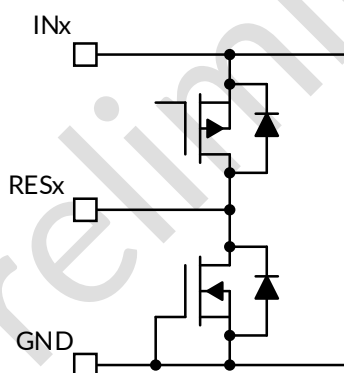


图 42. RES_x 引脚

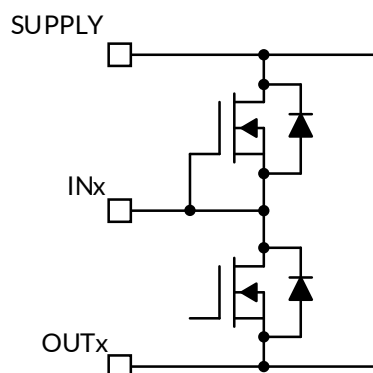


图 43. IN_x 引脚

8.4 器件功能模式

8.4.1 欠压保护, $V_{(SUPPLY)} < V_{(POR_rising)}$

当器件处于欠压锁定状态时, RS3702-Q1 器件禁用所有功能, 直至电源电压上升超过 $V_{(POR_rising)}$ 阈值。

8.4.2 正常工作 $V_{(SUPPLY)} \geq 4.5\text{ V}$

正常工作时, 该器件驱动 LED 灯串; 当 SUPPLY 和 OUT 引脚之间有足够的电压差时, 器件能够以恒流模式驱动输出。

8.4.3 低 Dropout 工作

当器件在低 Dropout 条件下驱动 LED, 如果低 Dropout 电压小于开路检测阈值, 器件可能会误报开路故障。RUNIC 建议只有在 IN 和 OUTx 之间电压大于 LED 开路检测阈值时, 再使能开路检测功能, 以避免误判开路故障。

8.4.4 故障模式

当器件检测到任何故障, 通过恒定电流下拉 FAULT 管脚。如果故障总线被拉低, 器件将进入故障模式, 工作电流为 $I_{(FAULT)}$ 。

9 应用与设计

以下应用设计部分中的信息不属于 Runic 器件规格的范围，Runic 不保证其准确性和完整性。Runic 的客户应负责确定器件是否适用于其应用。客户应验证并测试其设计，以确保系统功能。

9.1 应用信息

在汽车照明应用中，热性能管理与 LED 诊断功能始终是线性 LED 驱动器面临的设计挑战。

RS3702-Q1 器件可检测 LED 开路故障和 LED 短路故障。为提升驱动电流能力，该器件支持采用外部并联电阻辅助散热，具体方法详见后续章节“热共享电阻 (OUTx 和 RESx)”。该方案通过外置电阻的低成本设计，在输入电压与 LED 灯串正向导通电压存在较大压差时，显著降低器件自身的热能积聚，同时仍能维持总输出电流的高精度控制。

9.2 典型应用

9.2.1 采用连带失效架构的 BCM 控制车尾灯系统

多路 RS3702-Q1 器件可驱动汽车尾灯的不同功能模块，包括刹车灯、转向指示灯、尾灯、雾灯、倒车灯及高位制动灯。通过短接 FAULT 引脚，即可实现单灯故障触发全系统保护的连带失效模式。

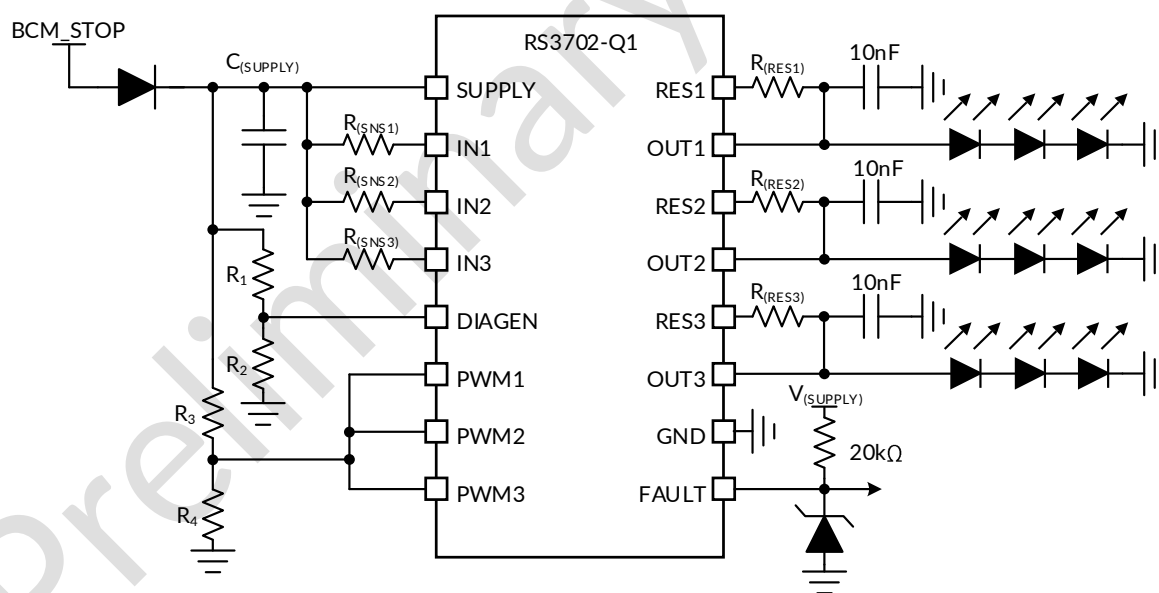


图 44. 典型应用示意图

9.2.1.1 设计要求

输入电压范围为 9V 至 16V，系统共需 9 串 LED 实现刹车功能，每串包含 3 个 LED。各个 LED 的正向导通电压最大值 V_{F_MAX} 为 2.5V，最小值 V_{F_MIN} 为 1.9V。每个 LED 的设定电流 $I_{(LED)}$ 为 130mA。LED 亮度调节及开关控制由车身控制模块 (BCM) 直接执行，通过接通/切断 LED 负载供电实现。

9.2.1.2 详细设计流程

步骤 1: 通过公式 4 确定参考电流设置电阻 $R_{(IREF)}$ 。

$$R_{(SNSx)} = \frac{V_{(CS_REG)}}{I_{(OUTx_Tot)}} \quad (4)$$

其中

- $V_{(CS_REG)} = 150 \text{ mV}$ (典型值)
- $I_{(OUTx_Tot)} = 130 \text{ mA}$

根据设计要求, 各通道输出电流需保持一致, 故设定检测电阻 $R_{(SNS1)} = R_{(SNS2)} = R_{(SNS3)} = 1.15\Omega$ 。若所需电阻值为非标准十进阻值, 可采用双电阻并联方式实现目标等效阻值。

步骤 2: 设计 $I_{(OUTx)}$ 与 $I_{(RESx)}$ 间电流分配, 依据公式 5 计算均流电阻 $R_{(RESx)}$ 。 $R_{(RESx)}$ 阻值决定 $I_{(OUTx)}$ 与 $I_{(RESx)}$ 间的电流分配, RUNC 建议在典型电源工作电压下, 使该电阻合理承担总功耗的 50%。

$$R_{(RESx)} = \frac{V_{(SUPPLY)} - V_{(OUTx)}}{I_{(OUTx_Tot)} \times 0.5} \quad (5)$$

其中

- $V_{(SUPPLY)} = 12 \text{ V}$ (典型值)
- $I_{(OUTx_Tot)} = 130 \text{ mA}$

当 $V_{(OUTx)}$ 为典型值 $3 \times 2.15 \text{ V} = 6.45 \text{ V}$ 时, 计算得出 $R_{(RESx)}$ (包括 $R_{(RES1)}$ 、 $R_{(RES2)}$ 及 $R_{(RES3)}$) 的阻值为 85.4Ω 。

步骤 3: 设计 SUPPLY 电压阈值以启用 LED 开路诊断功能, 并计算 DIAGEN 引脚分压电阻 R_1 与 R_2 阻值。

LED 灯串正向电压最大值为 $3 \times 2.5\text{V} = 7.5\text{V}$ 。为避免在低压降工作条件下误报开路故障, 需确保 SUPPLY 与 $OUTx$ 间留有额外压差裕度。当电源电压低于 LED 灯串最大正向电压与 $V_{(OPEN_th_rising)}$ 、 $V_{(CS_REG)}$ 之和时, RS3702-Q1 必须禁用开路检测功能。分压电阻 R_1 与 R_2 阻值可通过公式 6 计算得出。

$$R_1 = \left(\frac{V_{(OPEN_th_rising)} + V_{(CS_REG)} + V_{(OUTx)}}{V_{IL(DIAGEN)}} - 1 \right) \times R_2 \quad (6)$$

其中

- $V_{(OPEN_th_rising)} = 340 \text{ mV}$ (典型值)
- $V_{(CS_REG)} = 156 \text{ mV}$
- $V_{IL(DIAGEN)} = 1.1 \text{ V}$ (典型值)
- $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ (推荐值)

当 $V_{(OUTx)}$ 电压最大值为 7.5 V 且 $V_{(CS_REG)}$ 为 156 mV 时, 计算得出 R_1 为 $62.7\text{k}\Omega$ 。

步骤 4: 设计 SUPPLY 电压阈值, 以打开和关闭 LED 的每个通道, 并计算 PWM 输入引脚分压电阻 R_3 与 R_4 阻值。

LED 灯串正向电压最小值为 $3 \times 1.9\text{V} = 5.7\text{V}$ 。为确保各 LED 灯串电流输出正常, 当 SUPPLY 电压低于 LED 最小需求正向电压、 Inx 至 $OUTx$ 间压降电压及 $V_{(CS_REG)}$ 之和时, 必须关断各灯串。分压电阻 R_3 与 R_4 阻值可通过公式 7 计算得出。

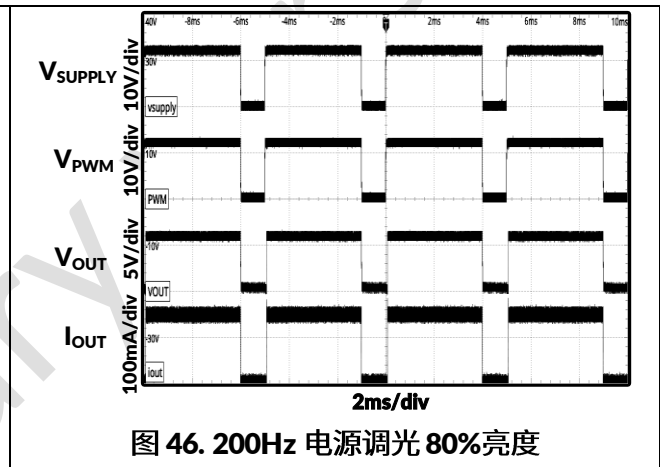
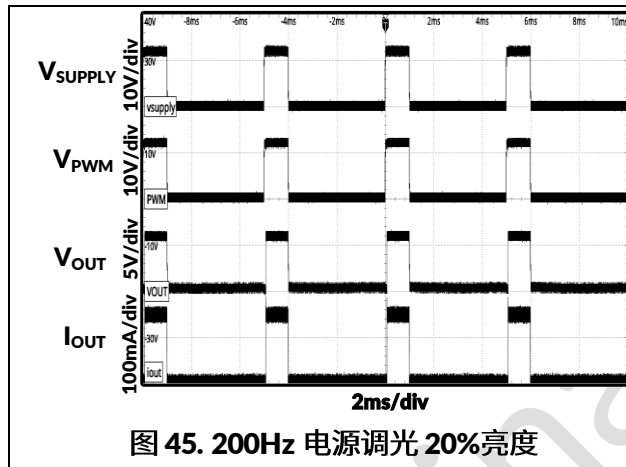
$$R_3 = \left(\frac{V_{(\text{DROPOUT})} + V_{(\text{CS_REG})} + V_{(\text{OUTX})}}{V_{\text{IH(PWM)}}} - 1 \right) \times R_4 \quad (7)$$

其中

- $V_{(\text{DROPOUT})} = 300 \text{ mV}$ (典型值)
- $V_{(\text{CS_REG})} = 150 \text{ mV}$ (典型值)
- $V_{\text{IH(PWM)}} = 1.2 \text{ V}$ (典型值)
- $R_4 = 10 \text{ k}\Omega$ (推荐值)

当 $V_{(\text{OUTX})}$ 电压最小值为 5.7 V 且 $V_{(\text{CS_REG})}$ 为 150 mV 时, 计算得出 R_3 为 41.3k Ω 。

9.2.1.3 应用曲线



9.2.2 基于 MCU 的可独立 PWM 控制车尾灯系统

RS3702-Q1 器件可通过 PWM1/2/3 引脚输入的 PWM 信号独立驱动各电流输出通道，该信号由微控制器 (MCU) 提供以实现时序转向指示灯功能。

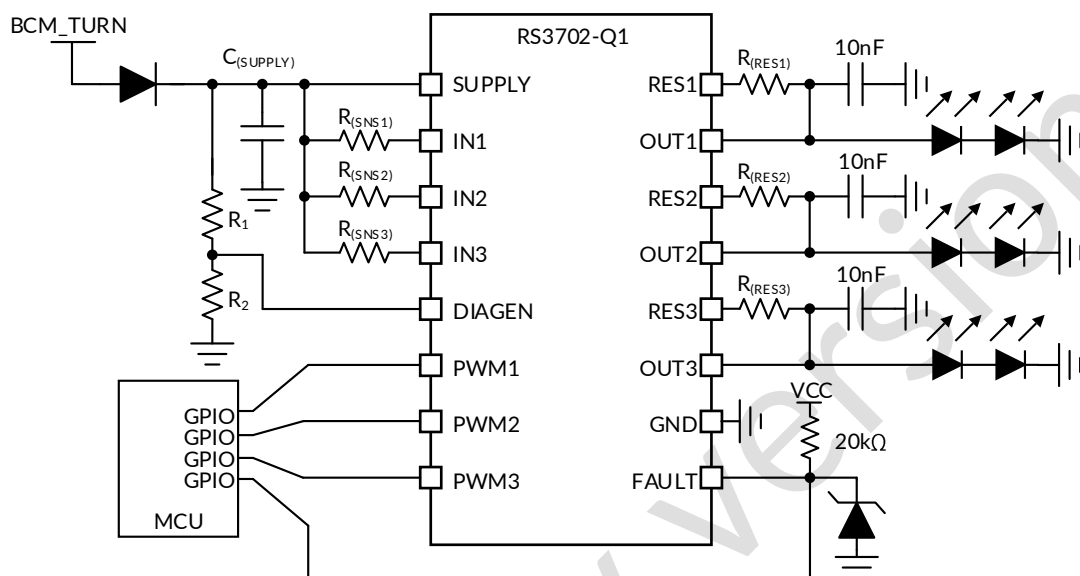


图 47. 典型应用示意图

9.2.2.1 设计要求

输入电压范围为 9V 至 16V，系统共需 6 串 LED 实现转向指示功能，每串包含 2 个 LED。各个 LED 的正向导通电压最大值 V_{F_MAX} 为 2.5V，最小值 V_{F_MIN} 为 1.9V。每个 LED 的电流为 130mA，每个输出通道由 MCU 通过独立的 GPIO 进行控制。

9.2.2.2 详细设计流程

步骤 1：通过公式 8 确定电流检测电阻 $R_{(SNSx)}$ 。

$$R_{(SNSx)} = \frac{V_{(CS_REG)}}{I_{(OUTx_Tot)}} \quad (8)$$

其中

- $V_{(CS_REG)} = 150 \text{ mV}$ (典型值)
- $I_{(OUTx_Tot)} = 130 \text{ mA}$

根据设计要求，各通道输出电流严格相同，因此计算得出 $R_{(SNS1)} = R_{(SNS2)} = R_{(SNS3)} = 1.15 \Omega$ 。

步骤 2：设计 $I_{(OUTx)}$ 与 $I_{(RESx)}$ 间电流分配，依据公式 9 计算均流电阻 $R_{(RESx)}$ 。 $R_{(RESx)}$ 阻值决定 $I_{(OUTx)}$ 与 $I_{(RESx)}$ 间的电流分配，设计基本原则为：在典型电源工作电压下，使该电阻合理承担总功耗的 50%。

$$R_{(RESx)} = \frac{V_{(SUPPLY)} - V_{(OUTx)}}{I_{(OUTx_Tot)} \times 0.5} \quad (9)$$

其中

- $V_{(SUPPLY)} = 12\text{ V}$ (典型值)
 - $I_{(OUTx_Tot)} = 130\text{ mA}$
- 当 $V_{(OUTx)}$ 为典型值 $2 \times 2.2\text{ V} = 4.4\text{ V}$ 时, 计算得出 $R_{(RESx)}$ (包括 $R_{(RES1)}$ 、 $R_{(RES2)}$ 及 $R_{(RES3)}$) 的阻值为 117Ω 。

步骤 3: 设计 SUPPLY 电压阈值以启用 LED 开路诊断功能, 并计算 DIAGEN 引脚分压电阻 R1 与 R2 阻值。

LED 串的最大正向电压为 $2 \times 2.5\text{ V} = 5\text{ V}$ 。为避免在低压降工作条件下出现开路故障, 确保 SUPPLY 与 OUTx 间留有额外压差裕度。当电源电压低于 LED 灯串最大正向电压与 $V_{(OPEN_th_rising)}$ 、 $V_{(CS_REG)}$ 之和时, RS3702-Q1 必须禁用开路检测功能。分压电阻 R1 和 R2 的阻值可通过公式 10 计算得出。

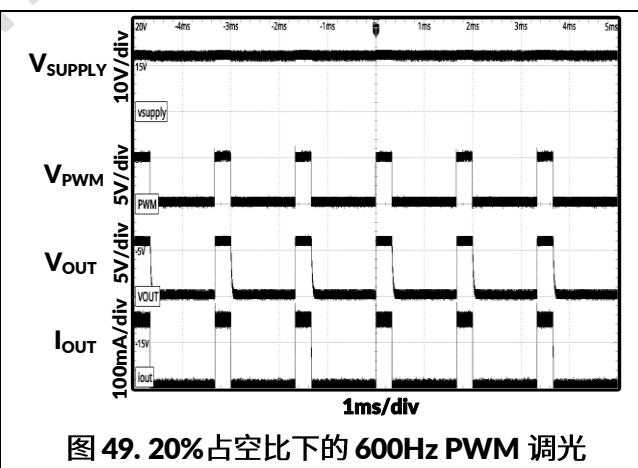
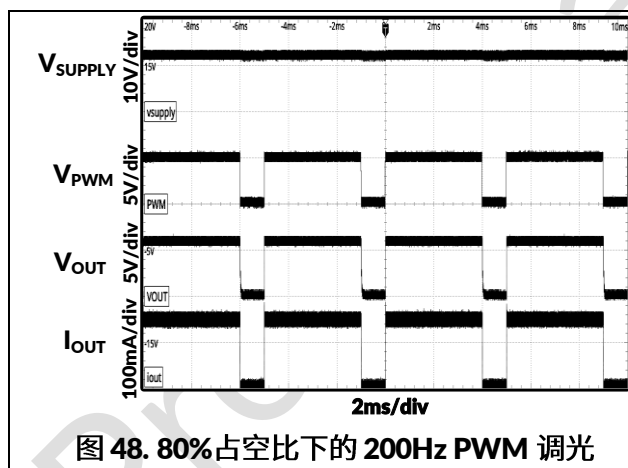
$$R_1 = \left(\frac{V_{(OPEN_th_rising)} + V_{(CS_REG)} + V_{(OUTx)}}{V_{IL(DIAGEN)}} - 1 \right) \times R_2 \quad (10)$$

其中

- $V_{(OPEN_th_rising)} = 340\text{ mV}$ (典型值)
- $V_{(CS_REG)} = 150\text{ mV}$ (典型值)
- $V_{IL(DIAGEN)} = 1.1\text{ V}$ (典型值)
- $R_2 = 10\text{ k}\Omega$ (推荐值)

当 $V_{(OUTx)}$ 电压最大值为 5 V 且 $V_{(CS_REG)}$ 为 150 mV 时, 计算得出 R_1 为 $39.9\text{ k}\Omega$ 。

9.2.2.3 应用曲线



10 电源建议

RS3702-Q1 设计用于汽车电源系统，其工作范围需满足电源规格要求。 $V_{(SUPPLY)}$ 输入引脚必须配置防反压及 40V 以上抛负载保护。输入电源轨的阻抗必须足够低，确保输入电流瞬变不会导致电压跌落至 LED 灯串所需正向电压以下。若采用长导线连接电源，除常规输入电容外，还需额外配置大容量电容。

11 PCB 版图设计

11.1 PCB 布局设计注意事项

散热性能是 RS3702-Q1 布局设计的首要考虑因素。

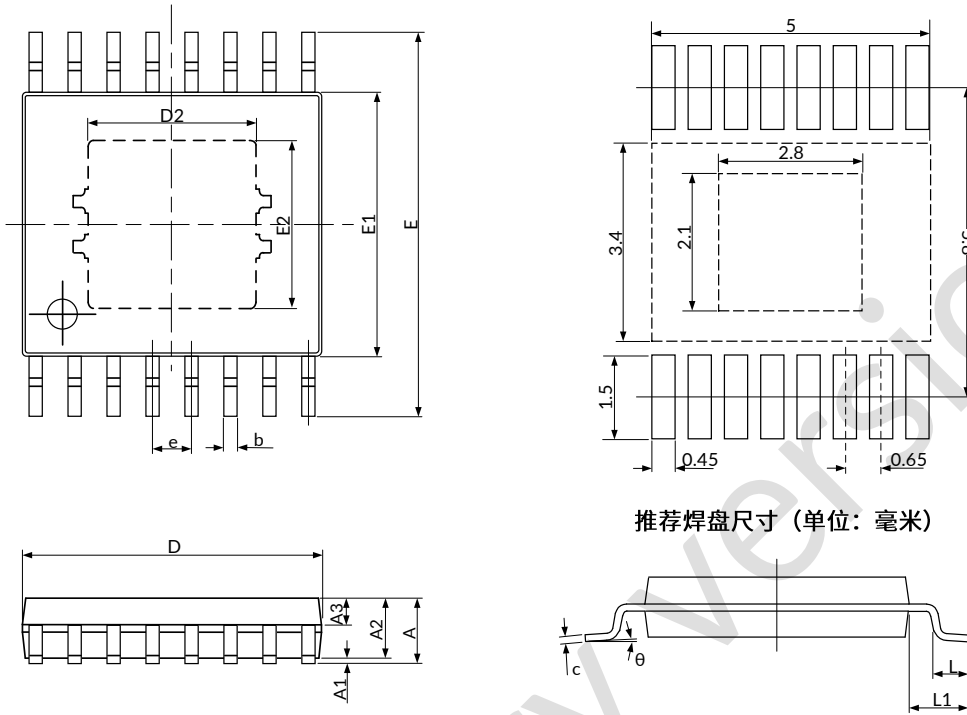
- RUNIC 建议在 PCB 顶层和底层均预留充足的散热区域。与 RS3702-Q1 器件同层的铺铜区域需最大限度宽连接覆盖其散热焊盘。相对层及内层铺铜应通过多个散热过孔直连散热焊盘。
- RUNIC 建议 $R_{(RESx)}$ 电阻器需与 RS3702-Q1 器件保持超过 20mm 间距布置，因二者均为发热源需避免热累积。分离布局发热元件可降低局部区域热密度。同时， $R_{(RESx)}$ 电阻周围需配置大面积铺铜以辅助散热。

噪声抗扰度是 RS3702-Q1 布局设计的次要考虑因素。

- RUNIC 建议将 SUPPLY 引脚的去耦电容尽可能靠近引脚放置。
- RUNIC 建议将 $R_{(SNSx)}$ 电阻尽可能靠近 INx 引脚布局，并确保其到 SUPPLY 引脚的 PCB 走线最短。。

12 封装规格尺寸

ETSSOP16⁽⁴⁾



推荐焊盘尺寸 (单位: 毫米)

符号	尺寸 (单位: 毫米)		尺寸 (单位: 英寸)	
	最小值	最大值	最小值	最大值
A ⁽¹⁾	-	1.200	-	0.047
A1	0.000	0.150	0.000	0.006
A2	0.900	1.050	0.035	0.041
A3	0.390	0.490	0.015	0.019
b	0.300	0.280	0.012	0.011
c	0.130	0.170	0.005	0.007
D ⁽¹⁾	4.900	5.100	0.193	0.201
D2	2.800 REF ⁽²⁾		0.110 REF ⁽²⁾	
E	6.200	6.600	0.244	0.260
E1 ⁽¹⁾	4.300	4.500	0.169	0.177
E2	2.100 REF ⁽²⁾		0.083 REF ⁽²⁾	
e	0.650 BSC ⁽³⁾		0.026 BSC ⁽³⁾	
L	0.450	0.750	0.018	0.030
L1	1.000 BSC ⁽³⁾		0.039 BSC ⁽³⁾	
θ	0°	8°	0°	8°

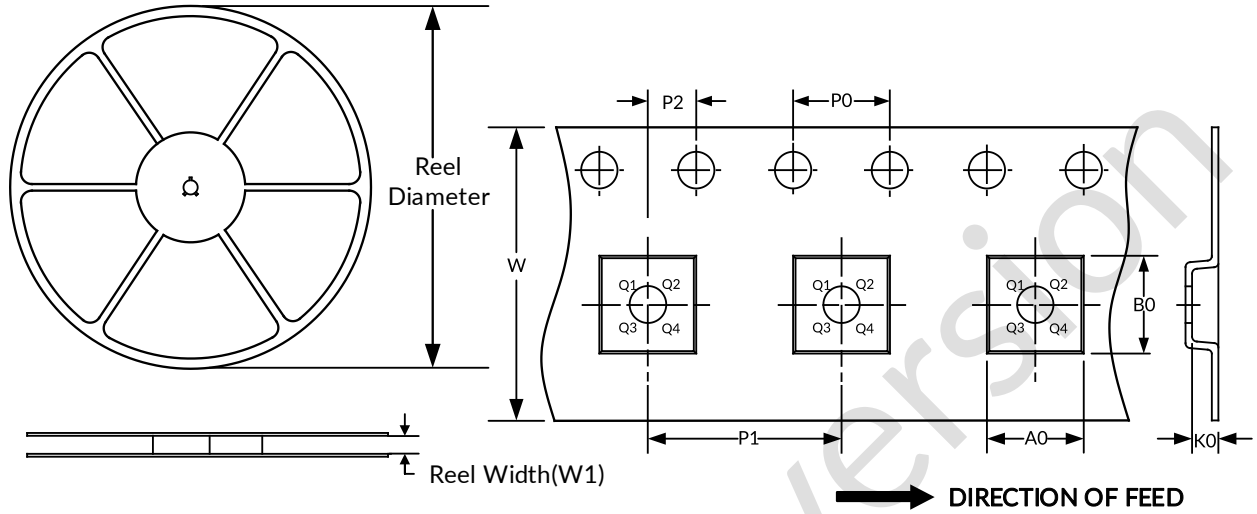
注意:

1. 不包括每侧最大 0.15mm 的塑料或金属突起。
2. REF 是 Reference 的缩写。
3. BSC (基本中心间距), “基本” 间距为标称间距。
4. 本图如有更改, 恕不另行通知。

13 包装规格尺寸

卷盘尺寸

编带尺寸



注意：图片仅供参考。请以实物为标准。

关键参数表

Package Type	Reel Diameter	Reel Width(mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P0 (mm)	P1 (mm)	P2 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
ETSSOP16	13"	12.4	6.90	5.60	1.20	4.0	8.0	2.0	12.0	Q1

注意：

1. 所有尺寸均为标称尺寸。
2. 不包括每边最大 0.15 毫米的塑封料或金属突起。

重要通知及免责声明

江苏 Runic 科技有限公司将准确可靠地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、WEB 工具、安全信息等资源, 不保证无任何缺陷, 也不作任何明示或暗示的保证, 包括但不限于适用性保证, 暗示其适用于特定目的的应用。且没有侵犯任何第三方的知识产权。

这些资源适用于使用 Runic 产品设计的熟练开发人员, 您将全权负责: (1)为您的应用程序选择合适的产品; (2) 设计、验证和测试您的应用程序; (3) 确保您的应用程序符合适用标准、安全标准或其他要求; (4) Runic 及 Runic 标识为 Runic Incorporated 的注册商标。所有商标均为其各自所有者的财产; (5) 对于发生改变的细节, 应查看修订文件中包含的修订历史。资源如有更改, 恕不另行通知。本公司对使用本芯片设计的终端产品的侵犯专利的行为或侵犯第三方知识产权的行为不承担任何连带责任。