

纳芯微车载LDO 一站式解决方案手册

www.novosns.com



高性能高可靠性模拟及混合信号芯片公司



纳芯微电子(简称纳芯微,科创板股票代码 688052)是高性能高可靠性模拟及混合信号芯片公司。自 2013 年成立以来,公司聚焦传感器、信号链、电源管理三大方向,为汽车、工业、信息通讯及消费电子等领域提供丰富的半导体产品及解决方案。

纳芯微以『“感知”“驱动”未来,共建绿色、智能、互联互通的“芯”世界』为使命,致力于为数字世界和现实世界的连接提供芯片级解决方案。

了解详情及样品申请,请访问公司官网: www.novosns.com

CONTENTS

目录

○ LDO产品概述	01
● LDO简介	01
● LDO选型的关键标准	04
○ 纳芯微车载LDO产品分类与选型	10
● 一级LDO: NSR31/33/35xxx	10
● 二级LDO: NSR30x0x	16
● 电压跟随器LDO: NSE425x	19
● 天线LDO: NSE570x	24
● 看门狗LDO: NSR37xxx	28
○ 纳芯微车载LDO产品总览	33

LDO

01

芯片 LDO 产品概述

LDO简介

什么是LDO?

LDO (Low Dropout Regulator, 低压差线性稳压器) 是电源管理芯片中最常见的类型之一, 能够在输入电压和输出电压之间的电压差很小的情况下, 依然保持稳定的输出电压。LDO稳压器通常用于需要从稍高的电压源 (例如电池或直流电源) 降压到较低的稳定电压的应用中。

LDO的主要特点

LDO的外围元件较少, 成本通常低于DC-DC转换器, 且其负载调整速度快于DC-DC, 使得用户使用更为便捷。由于采用线性调节方式, LDO的自身功耗相对较高。然而, 其高PSRR (电源抑制比) 和低噪声特性使得它能够提供更干净的电源轨, 因此LDO通常适用于以下场景:

01

低负载电流
(通常在1A以内)

02

低压差降压需求

03

功耗要求不高的应用

04

对电源轨的稳定性和
低噪声有较高要求的电路

LDO的架构

LDO由以下几部分组成

误差放大器
Error Amplifier

比较输出电压与参考电压，并根据差值调节控制元件。

控制元件
Control Element

通常是一个功率晶体管（如MOSFET或BJT），调节输入电压以维持稳定的输出电压。目前主流的有PMOS和NMOS两种。

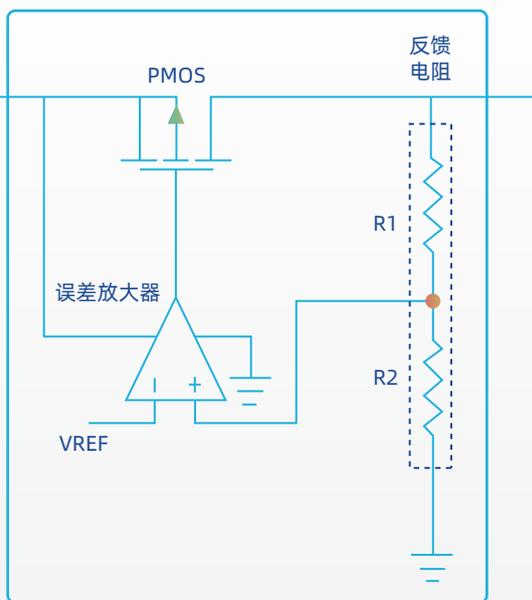
参考电压源
Reference Voltage Source

提供稳定的参考电压，用于与输出电压进行比较。

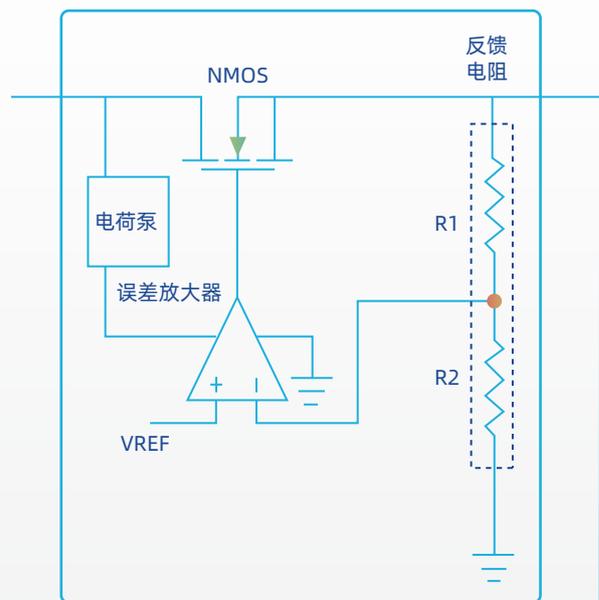
反馈网络
Feedback Network

从输出电压取样并反馈到误差放大器

PMOS架构



NMOS架构



LDO的工作原理

VIN通过MOS晶体管提供到输出端VOUT。误差放大器通过反馈网络和参考电压源比较输出电压，并调节MOS晶体管的栅极电压，以保持输出电压稳定。补偿电路可以集成在误差放大器中，用于确保稳定性。

PMOS LDO优缺点		
优点	简化设计	由于PMOS晶体管的源极电压较高，不需要额外的电路来提升栅极电压，使设计更为简单。
	低静态电流	通常PMOS LDO的静态电流较低，有利于低功耗应用。
	容易稳定	由于PMOS的特性，PMOS LDO在设计补偿网络时相对容易实现稳定
缺点	响应速度较慢	由于PMOS晶体管的迁移率较低，响应速度可能比NMOS慢
	效率问题	在某些负载条件下，PMOS的导通电阻较高，影响效率。
	不适合低压应用	由于PMOS需要较高的源极电压，不适合处理较低压差的应用。

NMOS LDO优缺点		
优点	更快的响应速度	NMOS晶体管的迁移率较高
	效率较高	在某些负载条件下，NMOS的导通电阻较低，因而效率可能较高
	适合低压应用	由于NMOS的栅极电压相对较低，更适合处理低压差的应用
缺点	栅极驱动问题	NMOS的栅极需要比源极电压高一个阈值电压，这通常需要额外的电路设计来提供足够的栅极驱动电压
	设计复杂度较高	由于需要额外的电路来提升栅极电压，设计复杂度较高。
	静态电流较高	在某些设计中，NMOS LDO的静态电流可能较高，影响低功耗应用

总结：选择NMOS或PMOS LDO时，应考虑以下因素：输入和输出压差&功耗要求&响应速度设计复杂度

LDO选型的关键标准

选择低压差线性稳压器（LDO, Low Dropout Regulator）时，需要考虑以下几个关键标准

VINMIN 最小输入 电压

VINMIN 是LDO能够正常工作所需的最低输入电压，通常由LDO的压差电压（Dropout Voltage）和输出电压（VOUT）决定。为了保证LDO能够稳定工作，输入电压必须至少高于输出电压加上压差电压，即：

$$VINMIN \geq VOUT + \text{Dropout Voltage}$$

VINMAX 最大输入 电压

VINMAX 是LDO能够承受的最大输入电压，LDO的VINMAX应该高于系统的最高供电电压，确保在各种输入电压波动下，LDO不会受到损坏或不稳定工作。

纳芯微一站式LDO系列分为低压和高压输入两种类别



VOUT 输出电压

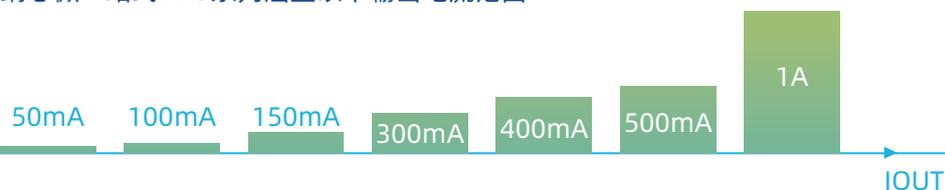
VOUT必须满足负载电路对电压的要求。通常，LDO提供固定的输出电压，或通过外部电阻分压网络来调整输出电压。选择LDO时，需要确保其提供的VOUT符合目标电路的需求。

纳芯微LDO系列输出电压有可调（ADJ）及固定版本（FIXED），可调版本的输出可以根据需求配置可调电阻值，更灵活和方便。

IOUT 输出电流

IOUT必须满足负载的最大电流需求。LDO的最大输出电流（IOUT_MAX）应至少等于或略高于负载所需的最大电流，以确保LDO在满负载下能正常工作而不会过载。

纳芯微一站式LDO系列涵盖以下输出电流范围



PSRR (Power Supply Rejection Ratio, 电源抑制比) 是电子电路中一个重要的参数, 用于衡量电路对电源电压变化的敏感度。具体来说, PSRR表示在特定频率下, LDO对输入电压中的噪声或波动抑制的程度, 以dB为单位表示。PSRR越高, LDO对输入电压变化的抑制能力越强, 输出电压受输入噪声或波动的影响就越小。对于对噪声敏感的应用 (如音频电路或RF电路), 选择具有高PSRR的LDO尤为重要, 以确保输出电压的稳定性和信号的完整性。

$$PSRR = 20 \log \frac{\text{Ripple}_{\text{Input}}}{\text{Ripple}_{\text{Output}}}$$

影响因素	具体描述
频率	PSRR通常随频率变化。在较低频率下, LDO的PSRR通常较高, 而在高频率下, PSRR会下降。这是因为LDO的控制回路在高频下不能快速响应电源电压的变化。
输出电容	输出电容的大小和品质会显著影响PSRR。较大的输出电容可以更有效地滤除电源噪声, 从而提高PSRR。同时, 低等效串联电阻 (ESR) 的电容可以进一步改善PSRR。
负载电流	负载电流的变化也会影响PSRR。在轻载情况下, LDO的PSRR通常较高, 而在重载情况下, PSRR可能会降低。
输入电压	输入电压的稳定性和噪声水平会直接影响LDO的PSRR。如果输入电压中有较大的纹波或噪声, 会使LDO的PSRR性能下降。
温度	温度变化会影响LDO内部元件的特性, 从而影响PSRR。通常情况下, 温度升高可能会导致PSRR下降。
LDO设计架构	不同的LDO设计架构 (如带宽、反馈网络设计等) 对PSRR的影响也不同。一些高性能LDO采用了特殊的设计技术, 以在更宽的频率范围内保持较高的PSRR。
反馈网络和补偿	LDO的反馈网络和补偿设计也会影响PSRR。设计良好的反馈和补偿网络可以提高LDO的稳定性和PSRR性能。

NOISE 噪声

随着系统设计中通信速率的不断提升，系统内的关键组件（如时钟电路和数模转换器）对电源轨的噪声性能提出了更高的要求。高质量的电源轨可以降低噪声耦合到敏感电路中的风险，从而确保系统的稳定性和性能。LDO的噪声性能是影响系统设计中信号完整性和电源完整性的重要因素之一。

LDO的噪声主要来源于以下几个方面

带隙参考源噪声 LDO内部的带隙参考电压源是噪声的主要来源之一。带隙参考电压源产生的噪声会通过LDO的输出传递到负载上。	内部误差放大器噪声 LDO内部的误差放大器也会产生噪声。这些噪声包括热噪声和 $1/f$ 噪声（闪烁噪声），它们会影响LDO的输出稳定性和精度。	反馈网络噪声 LDO的反馈网络中使用的电阻和电容会产生热噪声和其他形式的噪声，这些噪声会直接影响输出电压的稳定性。	输出电容ESR噪声 输出电容的等效串联电阻(ESR)会引入噪声。高ESR电容会导致更大的噪声输出，因此选择低ESR电容对于降低噪声非常重要。
输入电源噪声 输入电源的噪声会通过LDO传递到输出端，尤其是在LDO的电源抑制比(PSRR)不足以抑制高频噪声时。	负载瞬态噪声 负载电流的快速变化会引起LDO输出电压的瞬态噪声。这种噪声通常由LDO的瞬态响应特性决定。	热噪声 所有电子元件在工作时都会产生热噪声，这是由载流子热运动引起的。这种噪声在LDO内部的各个元件（如电阻、电容和半导体器件）中都会存在。	电磁干扰(EMI) 外部电磁干扰(EMI)可以通过PCB的电源线或地线耦合到LDO的输出端，增加输出噪声。

改善措施



Quiescent Current 静态电流

LDO的静态功耗（也称为静态电流或空载电流）是指在没有负载或负载电流非常小的情况下，LDO自身消耗的电流。这部分功耗主要包括LDO内部电路（如带隙参考源、误差放大器等）在正常工作时消耗的电流。

静态功耗是LDO的一个重要参数，尤其在电池供电的便携设备中，因为较高的静态功耗会降低电池的使用寿命。

LDO选型的关键标准

热阻

LDO因其工作原理，虽然能以低成本提供高电源质量，但也会不可避免地产生损耗和发热问题。面对大压降、大电流，LDO将长时间处于较高的工作温度范围，可能影响其使用寿命和可靠性。因此，通过事先分析和评估LDO在特定工作环境下的温度，并采取一定的措施，可以有效地避免芯片在长时间的高温下发生热关断和老化。

芯片的结温主要取决于其功耗、散热条件和环境温度。因此，通过选择不同的封装版本来降低芯片的结与环境的热阻，是一种降低结温的有效解决方案。

芯片热阻介绍

由于芯片结构复杂，通常通过仿真得到热阻的理论计算值。而在芯片实际工程应用中，工程师们将理论热阻与实际应用问题相结合，加以归类，得出一些具有明显物理意义的热阻。下图展示了芯片焊接在PCB上的热阻网络。

图中，热量从结向上通过封装体传递到封装外壳的顶部，它们之间的热阻之和被称为 $\theta_{C(top)}$ ；热量从结向下，通过粘合剂、引线框架基岛传递到底部散热焊盘，其热阻之和被称为 θ_{JB} ；此外，通过图中所有材料和结构，从结到外部环境的所有方向的热量，所有路径的整体热阻被称为 θ_{JA} 。

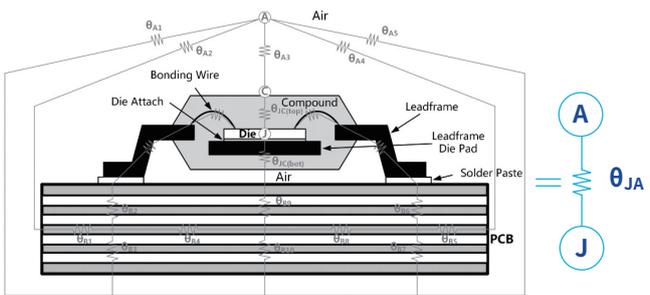


图1 芯片热阻网络

虽然这些热阻可以通过建模仿真获得，但由于存在制造误差及其他原因，可能不甚准确。因此，在工程实践中，通常通过芯片发热和温差，来计算热阻。热阻的定义为：

$$R(^{\circ}C/W) = \frac{\Delta T}{P} = \frac{\text{温差}(^{\circ}C)}{\text{功率损耗}(W)} \quad (1-1)$$

这意味着不论是减少芯片的发热、改用散热性能更好的大型封装、增加散热器和风扇，还是改进PCB的散热设计，都可以减少芯片升温。

对 θ_{JA} 的误解

- 我们可以在芯片的数据手册 (datasheet) 中找到一个热阻信息矩阵, 其中就包含了上述 θ_{JA} 和 $\theta_{JC(top)}$ 等参数
- 从 θ_{JA} 定义可以看出, 其值不仅由芯片本身决定, 还很大程度上取决于具体使用的PCB。不同的应用PCB的散热面积、层数、铜厚、板厚、材料、器件布局等方面各不相同, 因此, θ_{JA} 的值在不同的应用PCB上会有很大差异。大多数工程师都很关注自己PCB上芯片的状态。因此, 在热设计中不建议使用 θ_{JA} , θ_{JA} 的主要优势在于比较不同封装类型的热性能方面。
- 通常而言, 几乎所有芯片数据手册中的 θ_{JA} , 都是使用行业标准板测量或仿真而得的示例值。这些行业标准平台被称为JEDEC High-K或JEDEC Low-K板。此外, 这些JEDEC板仅由安装在3"x3"板上的一个IC器件组成, 与实际工程应用中的PCB有显著差异

理解 Ψ_{JC} & θ_{JC}

- 为了解决应用端的实际问题, 表中还提供了热特性参数 Ψ 。这是联合电子器件工程委员会 (JEDEC) 在20世纪90年代定义的热指标。就评估现代封装器件结温而言, 它是一个更为便利的指标。 Ψ 代表的是结与参考点之间的温差与芯片消耗的总功率的比值, 它只是一个构造出的参数。虽然其公式和单位 ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$) 与 R_{θ} 非常相似, 但 Ψ 实际上并不是一个“热阻”参数, 其定义如下:

$$\Psi_{JC} = \frac{T_J - T_C}{P_D} = \frac{T_{JC}}{P_D} \quad (2-1)$$

- 其中, Ψ_{JC} 是结到壳的热特性参数, T_{JC} 是结到壳的温差, P_D 是芯片的总耗散功率。因此, 求 T_J 时, 首先要测量外壳温度 T_C , 计算芯片的总耗散功率 P_D , 再使用以下公式计算:

$$T_J = T_C + \Psi_{JC} \cdot P_D \quad (2-2)$$

- 其中， Ψ_{JC} 可以通过数据手册中的热阻信息矩阵获取。当芯片外部散热条件固定时， Ψ_{JC} 与 θ_{JC} 成正比。与不同应用端差异很大的 θ_{JA} 相比，虽然 Ψ_{JC} 也受到PCB散热能力的影响，但我们可以近似地认为，在大多数应用中，该影响并不显著。具体原因如下。

公式 (2-2) 可以进一步写为：
$$T_J = T_C + \Psi_{JC} \cdot P_D = T_C + \theta_{JC} \cdot P_C \quad (2-3)$$

式中： P_C 是从结向上通过封装体传递到封装外壳顶部的热功率。

由此可得：

$$\Psi_{JC} = \frac{P_C}{P_D} \theta_{JC} \quad (2-4)$$

即 Ψ_{JC} 与 θ_{JA} 成正比，其值为从结到壳顶部的热功率与芯片总耗散功率的比值。

如图所示，根据热阻网络的“并联电阻分流公式”关系，功率比相当于热阻比的倒数：

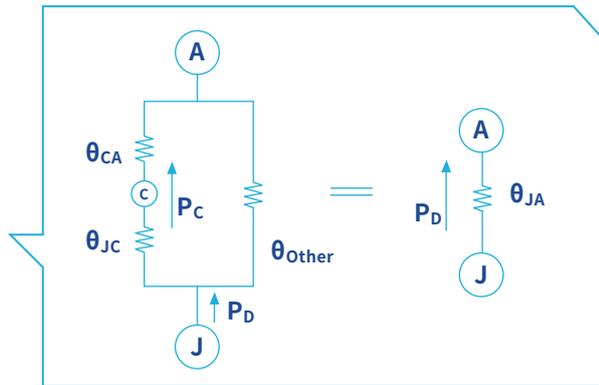


图2 芯片热阻网络简图

$$\Psi_{JC} = \frac{P_C}{P_D} \theta_{JC} = \frac{\theta_{JA}}{\theta_{JC} + \theta_{CA}} \theta_{JC} = \frac{\theta_{JC}}{\theta_{JC} + \theta_{CA}} \theta_{JA} \quad (2-5)$$

- 式中： θ_{CA} 为壳到环境的热阻。当没有在芯片表面安装散热器时， θ_{CA} 远大于 θ_{JC} 。由此可得， Ψ_{JC} 小于 θ_{JA} ，因此，在工程上的实际PCB中，使用 Ψ_{JC} 估算结温的误差，远小于使用 θ_{JA} 来估算的误差

02

纳芯微车载LDO产品分类与选型

一级LDO

一级LDO通常用于将较高的输入电压降至一个稳定的中间电压。它们主要负责最初的电压调节，提供给后续的电路或其他LDO。这种LDO需要具有较高的输入电压范围和良好的热管理特性，通常用于电池电压的初级稳压。

产品应用

适配负载



车身控制



汽车动力系统



汽车通讯系统



汽车影音娱乐



微控制单元



CAN/LIN

典型应用案例



产品推荐

汽车级40V 150/300/500mA超低静态功耗LDO NSR31/33/35系列

纳芯微的NSR31/33/35系列LDO芯片，是针对汽车电池为系统供电的应用场景而设计。具有3V至40V的宽输入电压，支持瞬态电压高达42V，可以满足汽车冷启动及启停工况下正常工作。其超低的静态功耗5 μ A及低压差电压，非常适合待机功耗要求高的汽车应用里，给待机系统中的MCU和CAN/LIN收发器供电，达到省电和延长电池寿命的目的。NSR31/33/35系列提供给硬件设计者充足的解决方案，有各种固定电压版本：2.5V、3.3V和5.0V，也提供输出可调选项（0.65V至18V）。此外，不同系列分别提供150mA、300mA、500mA的输出电流能力，可由芯片内部限制。该系列LDO还内部集成了过流保护，输出短路保护及过温保护等功能。

这些器件可在-40 $^{\circ}$ C至125 $^{\circ}$ C的环境温度下运行，提供多种封装SOT-223, SOT-23-5L, DFN-8, HMSOP8, HSOP8, TO252, TO263等，满足不同设计需求。

产品性能

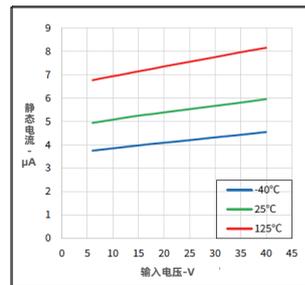
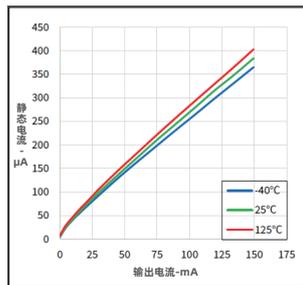
- 满足 AEC-Q100 车规要求
- 工作环境温度：-40°C ~ 125°C
- 工作电压范围：3V-40V，支持瞬态电压高达42V
- 输出电流范围：
 - NSR31系列：150mA
 - NSR33系列：300mA
 - NSR35系列：500mA
- 输出电压范围：
 - 固定输出：2.5V, 3.3V, 5V
 - 可调输出：0.65V~18V
- 超低静态功耗Iq
 - 关断模式下 Iq: 200nA
 - 轻负载时的典型值为：5μA
- 最小压差：
 - NSR31系列：620mV@150mA, 5Vout
 - NSR33系列：320mV@300mA, 5Vout
 - NSR35系列：560mV@500mA, 5Vout
- 优良环路设计匹配多种输出电容
 - NSR31系列：
支持1mΩ~3Ω, 2.2μF~100μF的输出电容
 - NSR33系列：
支持1mΩ~3Ω, 1μF~200μF的输出电容
 - NSR35系列：
支持1mΩ~3Ω, 1μF~200μF的输出电容
- 使能信号, PG信号, PG延时功能
- 集成过流保护, 输出短路保护, 过温保护功能

产品特点

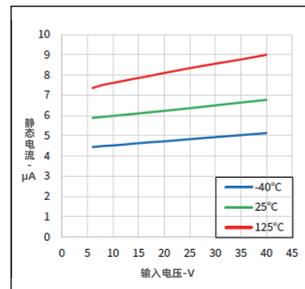
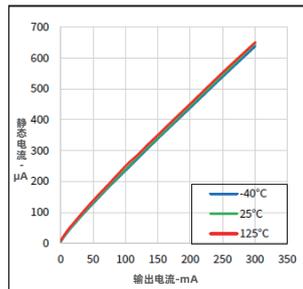
1、低功耗

对于一级LDO，由于其始终处于线性工作状态，因此对静态电流（Quiescent Current）有较高的要求。低静态电流不仅可以降低自身功耗，还能显著延长电池供电设备的续航时间。这在低功耗应用中尤为重要，因为即使在无负载或轻载情况下，LDO的功耗也应尽可能低，以满足整体系统的节能需求。纳芯微NSR31/33/35系列LDO，低功耗是主要的特点之一：

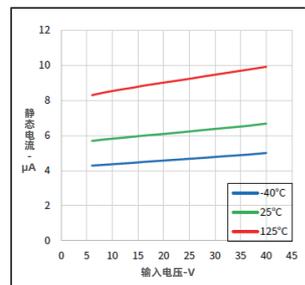
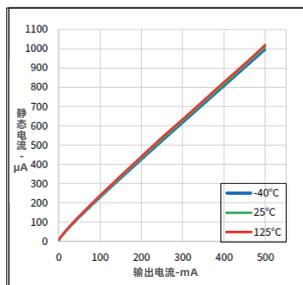
NSR31系列



NSR33系列



NSR35系列



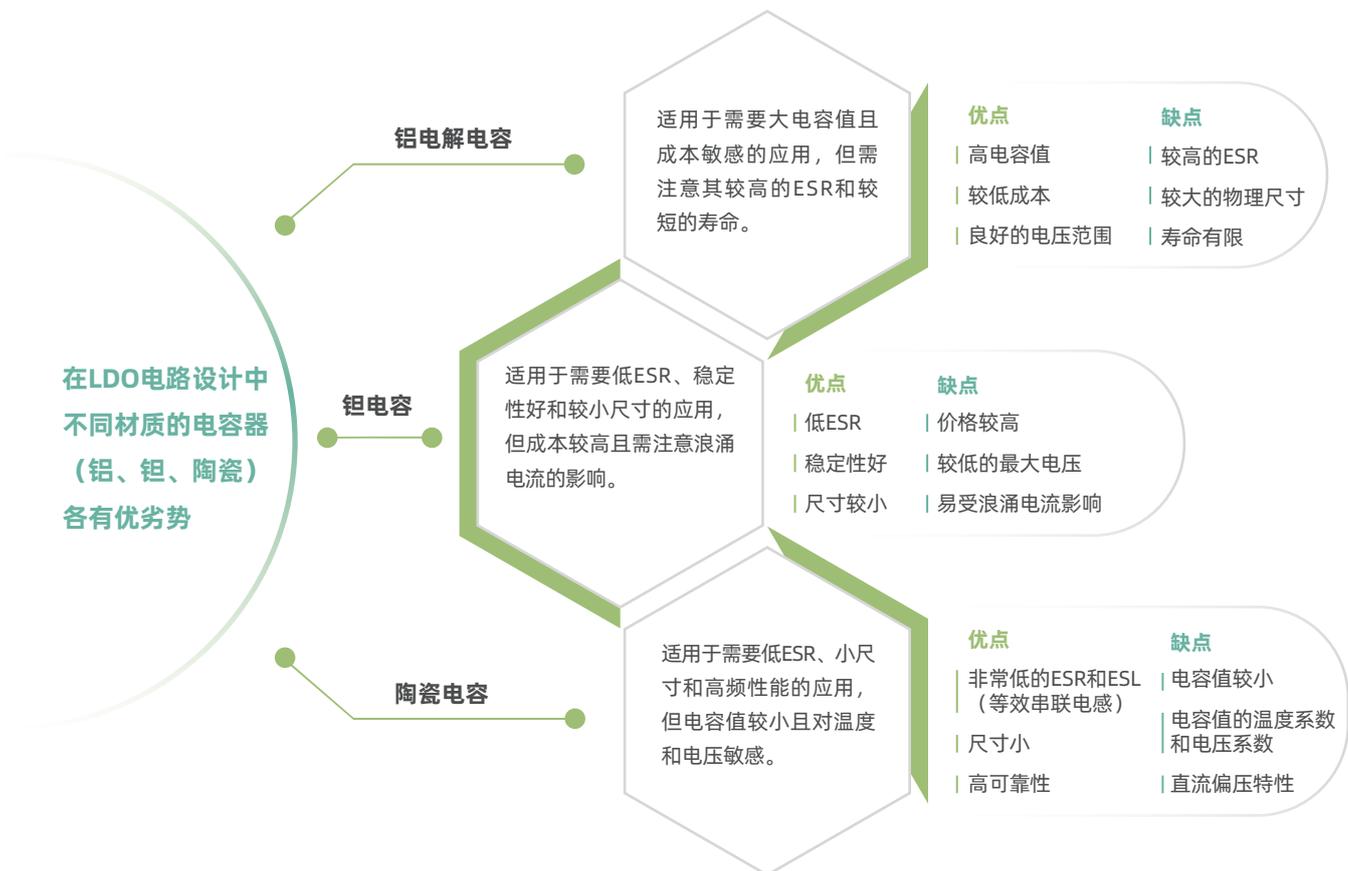
2、兼容多种输出电容类型

通常来说，LDO需要输入和输出电容来确保其稳定运行。作为电子电路中最基本的无源器件之一，电容器由两块导体夹着一层绝缘介质构成，其基本特性是“通交流、阻直流”。因此，电容器在电路中常用于耦合、旁路滤波、反馈、定时以及振荡等功能。

在LDO应用中，输出电容的等效串联电阻（ESR）和电容值（Cout）对整体环路稳定性有着关键影响。具体来说：



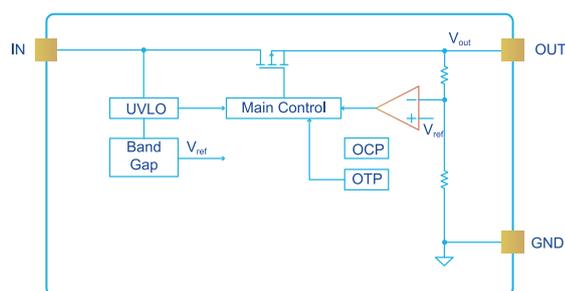
优化选择输出电容的ESR和Cout，对于确保LDO在不同负载条件下的稳定性和性能至关重要。



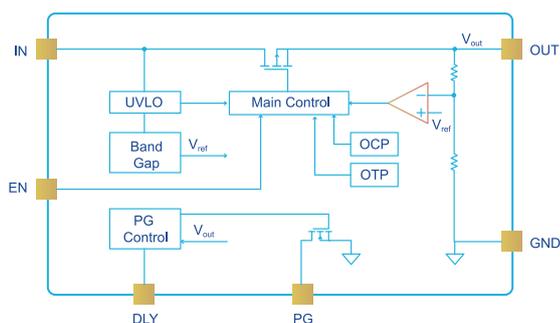
纳芯微NSR31/33/35系列优异的宽负载电容的环路补偿策略，也是其主要特点之一。

产品系列	稳定区间	
	电容ESR	电容容值
NSR31xxx	1 mΩ to 3Ω	2.2μF to 100μF
NSR33xxx	1 mΩ to 3Ω	1μF to 200μF
NSR35xxx	1 mΩ to 3Ω	1μF to 200μF

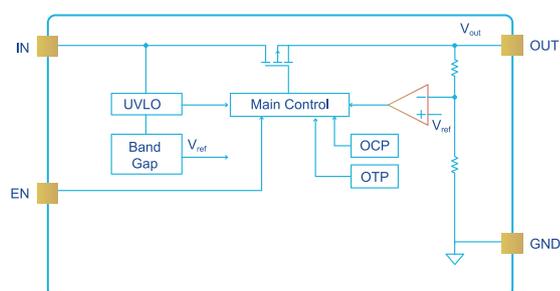
功能框图



固定输出版本



固定输出版本

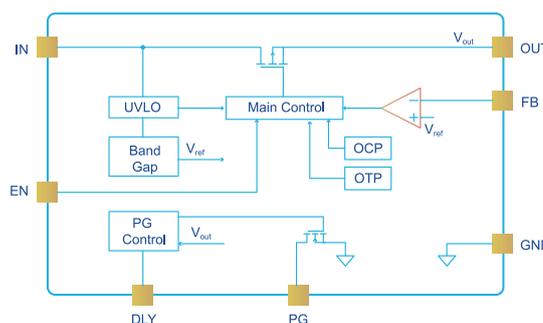


固定输出版本

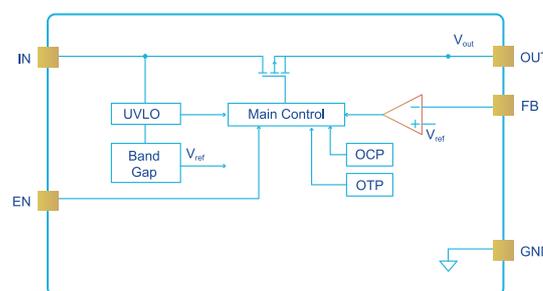
NSR31系列

NSR33系列

NSR35系列



可调输出版本



可调输出版本

N S R 3 X X X X - Q X X X X

纳芯微

Q 车规

R 通用电源
E 功率路径保护
L LED驱动

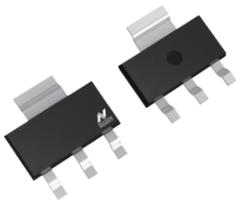
01 Adjustable output
25 Fixed 2.5V output
33 Fixed 3.3V output
50 Fixed 5.0V output

STBR SOT-223
STAR SOT-23-5L
DNR DFN-8
HMSR HMSOP8
HSPR HSOP8
TOAR TO252
TOBR TO263-5

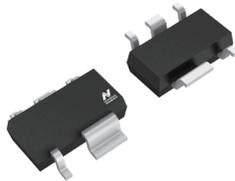
31 I_{max}=150mA
33 I_{max}=300mA
35 I_{max}=500mA

0	1	2
31x: PIN 定义1	31x: PIN 定义2	33x: with PG only
33x: without PG/DLY or PG	33x: with PG/DLY	35x: PIN脚差异
35x: PIN脚差异	35x: PIN脚差异	

封装支持



SOT-223 6.48mm*3.38mm



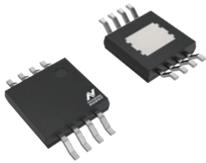
SOT-23-5L 2.9mm*1.6mm



DFN-8 3mm*3mm



TO252-2 6.1mm*6.6mm



HMSOP8 3mm*3mm



HSOP8 4.9mm*3.9mm



TO252-4 6.1 mm*6.6 mm



TO263-5 10.16mm*9.15mm

产品选型表

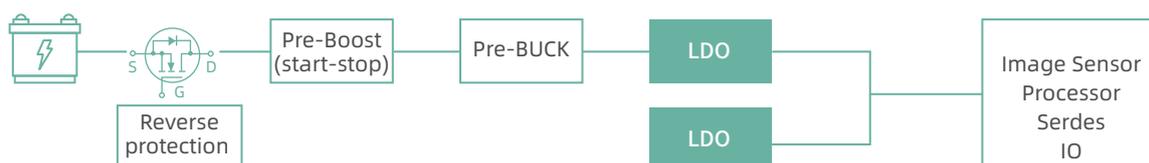
	输入电压(V)	输出电压(V)	输出电流(mA)	输出精度(%)	最小压差值(mV)	Iq(μA) Typ.
NSR31XXX-Q1						
NSR31025-Q1	3~40	2.5	150	±2	/	5
NSR31033-Q1	3~40	3.3	150	±2	/	5
NSR31050-Q1	3~40	5	150	±2	620	5
NSR31133-Q1	3~40	3.3	150	±2	/	5
NSR31150-Q1	3~40	5	150	±2	620	5
NSR33XXX-Q1						
NSR33001-Q1	3~40	ADJ	300	±2	320	5
NSR33025-Q1	3~40	2.5	300	±2	/	5
NSR33033-Q1	3~40	3.3	300	±2	/	5
NSR33050-Q1	3~40	5	300	±2	320	5
NSR33101-Q1	3~40	ADJ	300	±2	320	5
NSR33125-Q1	3~40	2.5	300	±2	/	5
NSR33133-Q1	3~40	3.3	300	±2	/	5
NSR33150-Q1	3~40	5	300	±2	320	5
NSR33201-Q1	3~40	ADJ	300	±2	320	5
NSR33233-Q1	3~40	3.3	300	±2	/	5
NSR33250-Q1	3~40	5	300	±2	320	5
NSR35XXX-Q1						
NSR35001-Q1	3~40	ADJ	500	±2	560	5
NSR35033-Q1	3~40	3.3	500	±2	/	5
NSR35050-Q1	3~40	5	500	±2	560	5
NSR35133-Q1	3~40	3.3	500	±2	/	5
NSR35150-Q1	3~40	5	500	±2	560	5
NSR35201-Q1	3~40	ADJ	500	±2	560	5
NSR35233-Q1	3~40	3.3	500	±2	/	5
NSR35250-Q1	3~40	5	500	±2	560	5
NSR35301-Q1	3~40	ADJ	500	±2	560	5
NSR35333-Q1	3~40	3.3	500	±2	/	5
NSR35350-Q1	3~40	5	500	±2	560	5

二级LDO

二级LDO通常用于进一步将一级LDO提供的中间电压调节到更精确的输出电压。它们通常具有更低的输出噪声和更高的电压精度，适用于对电源质量要求较高的敏感电路，如微处理器或精密模拟电路。



典型应用案例



产品推荐

汽车级 5.5V 500mA/1A 高PSRR 低噪声 LDO NSR30x0x系列

NSR30x0x系列是低压线性稳压器，支持 2.5V 至 5.5V 的输入电压范围，可调输出电压范围是 V_{ref} 至5V，提供 500mA / 1A 的最大输出电流。该系列器件具有 80nA 的超低关断电流，并具备低噪声、优异的电源抑制比（PSRR）与可选降噪功能。

在满载条件下，NSR30x01-Q1 的压差仅为 180mV，NSR30x02-Q1 的压差仅为 85mV，具有出色的瞬态响应和线路调节能力，并内置短路保护和热关断保护功能。

NSR30x0x-Q1系列的工作环境温度范围为-40°C 至 125°C，并提供 DFN-8 和 DFN-6 封装选项，以满足多样化的应用需求。

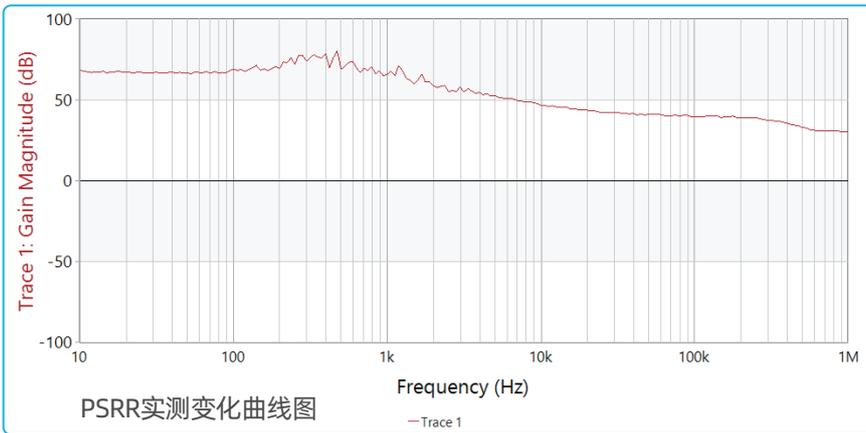
产品性能

- 满足 AEC-Q100 车规要求
- 工作环境温度：-40°C ~ 125°C
- 输入电压范围：2.5V-5.5V
- 输出电压范围： V_{ref} ~5V
- 输出电流能力
 - NSR30xx1-Q1: 1A
 - NSR30xx2-Q1: 0.5A
- 超低关断功耗ISD: 80nA (typ) 关断电流
- 超低压差：
 - NSR30xx1-Q1: 180mV 低压差@1A 电流
 - NSR30xx2-Q1: 85mV 低压差@500mA 电流
- 低噪声：7.6 μ V_{RMS}典型值(10Hz至100kHz, CNR=470nF)
- 可选噪声抑制引脚，增强噪声抑制
- 折返限流功能
- 集成内部短路保护，热关断保护

产品特点

1、高电源抑制比

传统的LDO的电源噪声抑制能力主要取决于LDO本身的环路增益 $A_{red}(s)$ ，而环路稳定性设计又限制了环路增益。我们采用额外的辅助LDO环路引入前馈技术，让LDO的PSRR在高频段上仍有突出的表现。

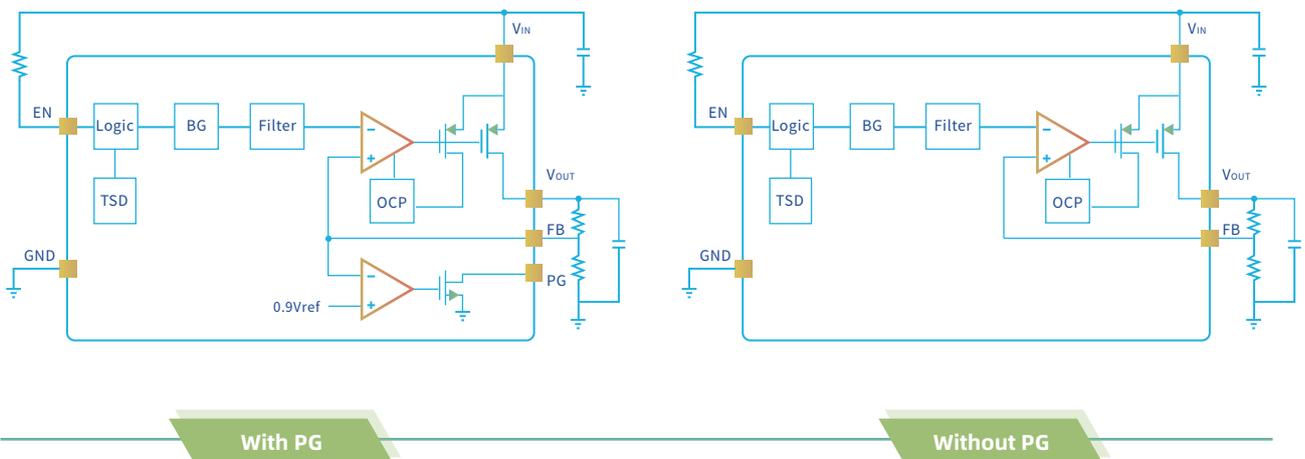


频率	PSRR
100Hz	-69
1kHz	-66
10kHz	-47
1MHz	-30

2、低噪声

根据LDO的架构设计，噪声的主要来源包括：基准电压源噪声、误差放大器噪声、反馈电压噪声，以及MOS管噪声。其中，基准电压源的噪声占比最大。通过对基准电压源架构的优化，NSR30x0x系列在噪声抑制方面取得了显著进展，噪声水平可降至最低 $17 \mu\text{VRMS}$ 。

功能框图



NSR30X0X-Q1XXX

纳芯微

R 通用电源
E 功率路径保护
L LED驱动

30 低压LDO

Q1 AEC-Q100 Grade 1

DAER DFN-8

DABR DFN-6

01 I_{max}=1A

02 I_{max}=0.5A

0 PG 不引出,内部软启50μs VREF 0.8V
1 PG 150us,内部软启500μs VREF 0.55V
2 PG 5ms,内部软启500μs VREF 0.55V
3 PG 150us,内部软启500μs VREF 0.55V
4 PG 5ms,内部软启500μs VREF 0.55V
5/6 PG 不引出,NR 外拉 VREF 0.8V

封装支持



DFN-6 2mm*2mm



DFN-8 3mm*3mm

产品选型表

	输入电压(V)	输出电压(V)	最大输出电流(A)	输出精度(%)	V _{do} (mV)	PSRR (dB)@1kHz	I _q (μA) Typ.
NSR30001-Q1	2.5~5.5	ADJ	1	2	180	52	110
NSR30101-Q1	2.5~5.5	ADJ	1	2	180	52	110
NSR30102-Q1	2.5~5.5	ADJ	0.5	2	85	52	110
NSR30201-Q1	2.5~5.5	ADJ	1	2	180	52	110
NSR30202-Q1	2.5~5.5	ADJ	0.5	2	85	52	110
NSR30301-Q1	2.5~5.5	ADJ	1	2	180	52	110
NSR30302-Q1	2.5~5.5	ADJ	0.5	2	85	52	110
NSR30401-Q1	2.5~5.5	ADJ	1	2	180	52	110
NSR30501-Q1	2.5~5.5	ADJ	1	2	180	77	110
NSR30601-Q1	2.5~5.5	ADJ	1	2	180	77	110

天线LDO

天线LDO专门设计用于为天线或无线通信模块提供稳定的电源。这些LDO必须具有非常高的PSRR能力低的输出噪声和高稳定性，以确保信号传输的质量和可靠性。它们常用于车载无线通信设备、GPS模块和其他需要高质量信号的应用中。

产品应用



自动驾驶

box

汽车通讯系统



汽车影音娱乐

适配负载



天线



A2B总线

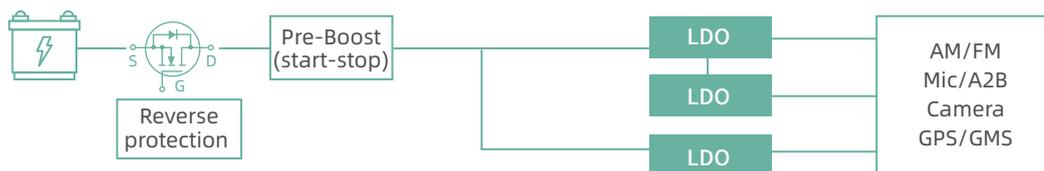


摄像头



定位系统

典型应用案例



产品推荐

汽车级300mA 单通道和双通道天线负载保护 LDO NSE5701/2系列

NSE5701/2系列器件是应用于车载<300mA小电流负载的单通道和双通道路径保护。适合在4.5V至28V的宽输入电压范围内工作，每通道可提供1.5V至20V的可调节输出电压。

NSE5701/2具备高精度的电流检测功能，并通过不同的模拟电平输出可做到各种错误状态的区分诊断。电流检测功能非常精确，无需进一步校正即可检测开路、正常和短路条件。NSE5701/2每个通道还通过外部电阻实现了可调节限流功能。其还具有过热保护、输出端电池短路保护、电池反接保护、反向电流保护及感性负载钳位保护等功能。

NSE5701/2的工作环境温度范围为-40°C至+125°C，提供封装HTSSOP-16封装。

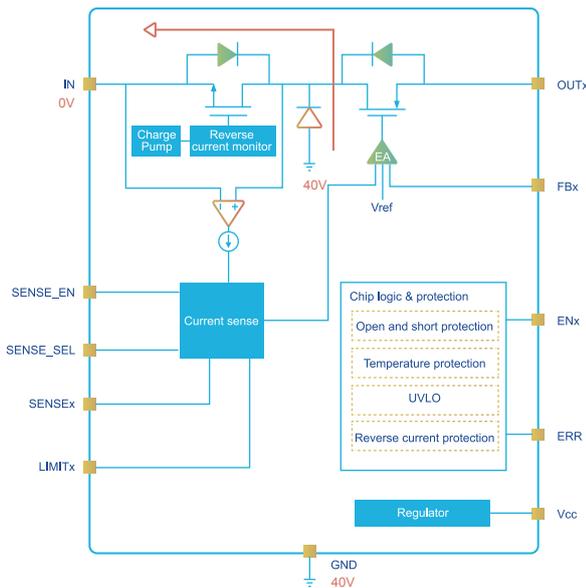
产品性能

- 满足 AEC-Q100 车规要求
- 工作环境温度：-40°C ~ 125°C
- 工作电压范围：4.5V-28V，支持瞬态电压高达45V
- 输出电流范围：300mA/CH
- 输出电压范围：1.5V至20V的可调节输出
- 精准电流检测功能
- 可调过流输出功能
- 集成了保护和诊断功能：
 - 短路保护
 - 反向电池极性保护
 - 反向电流保护
 - 过热保护
 - 输出端电池短路保护
 - 输出端感性负载钳位
 - 能够通过电流检测功能区分所有故障

1、复用电流采样和错误引脚提供完整的诊断保护信息

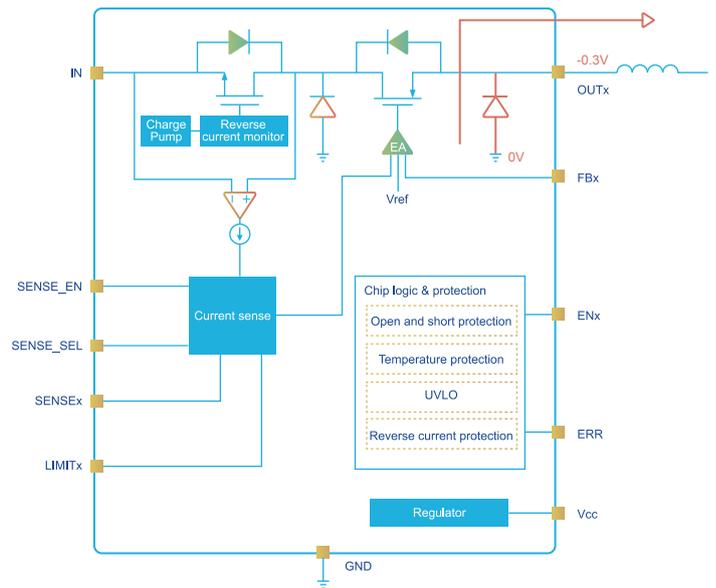
Failure Mode	V_{SENSE}	ERR	LDO Switch OUTx	Latch Version	Auto-retry Version
Open load	$\frac{I_o \times R_{SENSE}}{198}$	HIGH	Enabled	NO	NO
Normal		HIGH	Enabled	NO	NO
Overcurrent		HIGH	Enabled	NO	NO
Short-circuit or current limit	2.4 to 2.65 V	LOW	Enabled	NO	NO
Thermal shutdown	2.7 to 3 V	LOW	Disabled	NO	NO
Output short to battery	3.05 to 3.3 V	LOW	Disabled	Latched	Auto Retry
Reverse current	3.05 to 3.3 V	LOW	Disabled	Latched	Auto Retry

2、内部集成电池防反接结构和感性负载钳位结构，更加可靠



反极性保护

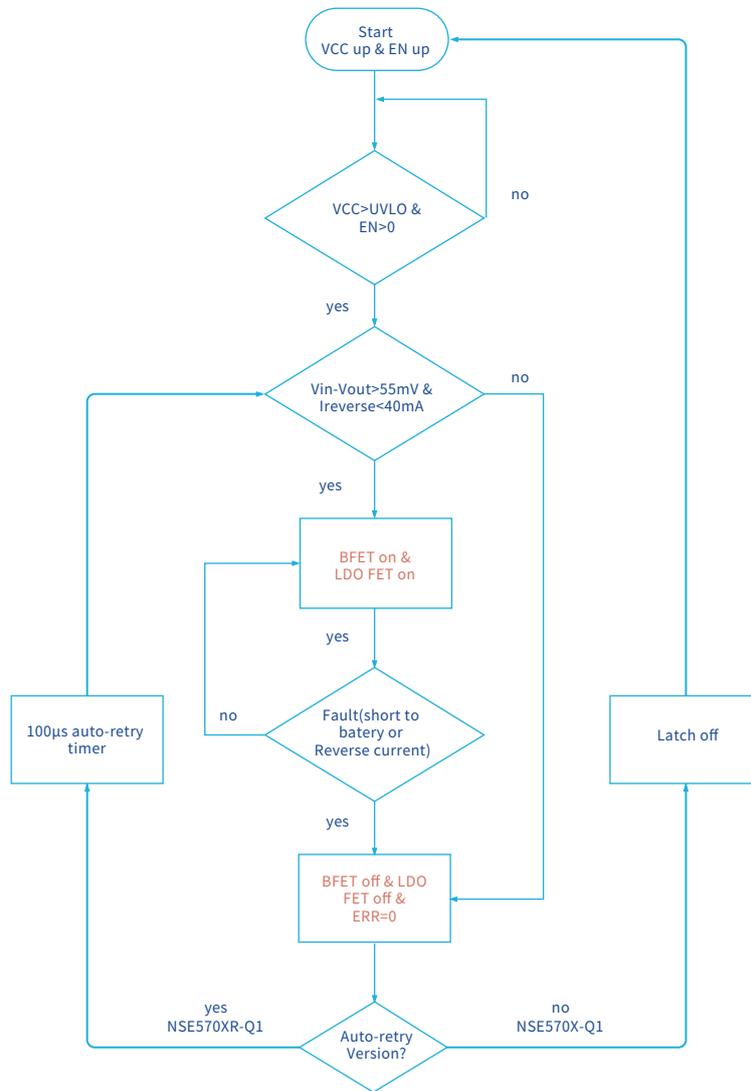
- NSE570X系统内部集成了背靠背的POWER MOS, 用于输出短路到电池的故障工况下，防止反向电流流入输入。
- 输入端的特殊ESD的架构可以承受-40V的耐压。



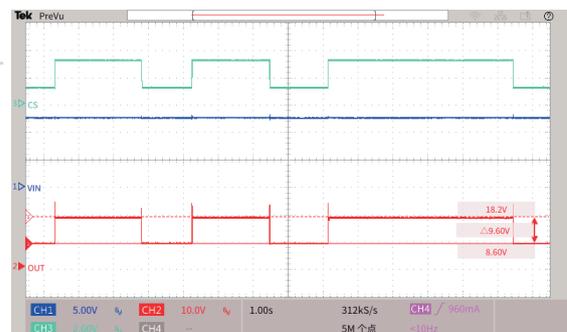
感性负载保护

- NSE570X内部集成感性负载钳位结构，用于在芯片关断时的输出线束感性续流能量泄放。
- 同时OUT和GND的PIN脚间有ESD结构，将感性负载续流时的负压限制在合理范围内。

3、提供可自动重试的反向电流&短路到电池保护的芯片版本

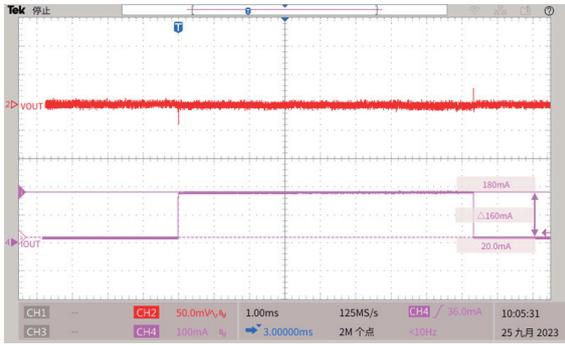


锁存版本（Latch Version）下的反向电流保护测试
 测试条件：
 NSE570X, VIN=13V, OUT输出8.5V, OUT hard short to 18V



自动重试版本（Auto-Retry Version）下的反向电流保护测试
 测试条件：
 NSE570XR, VIN=13V, OUT输出8.5V, OUT hard short to 18V

4、优秀的输出瞬态响应和较好PSRR能力

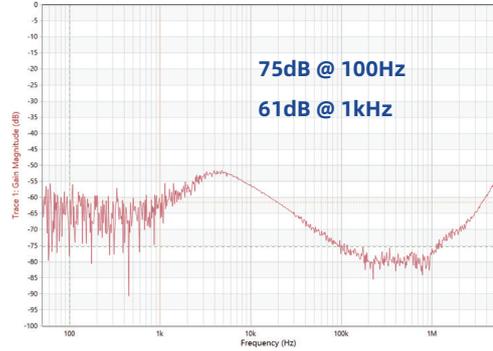


负载跳变测试

NSE570X系列在快速负载跳变时，瞬态响应优秀，适合对于电压稳定性有一定要求的电路设计中。

测试条件

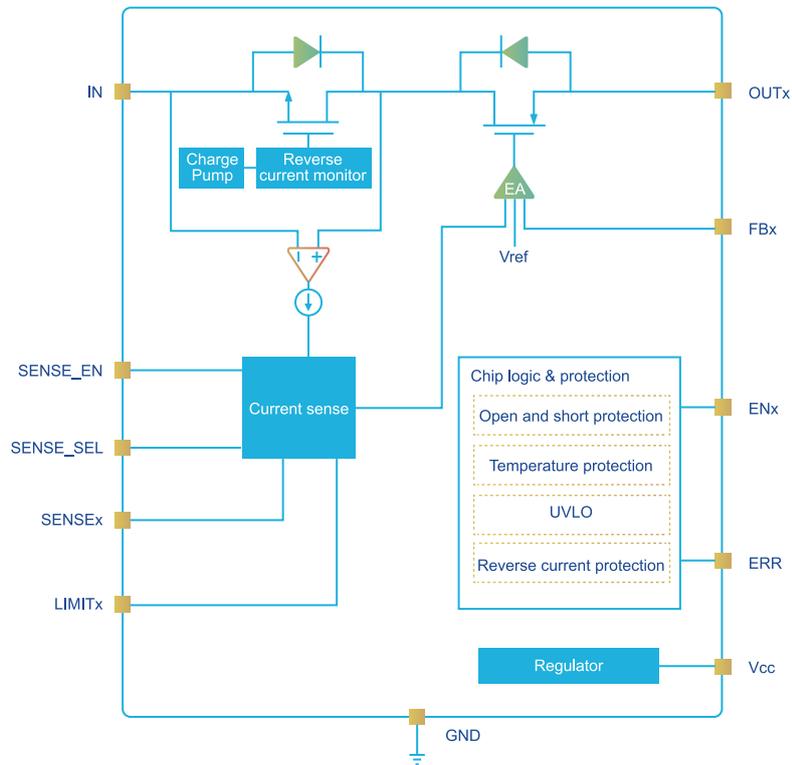
NSE570X, VIN=13V, load=20-180mA, 0.5mA/ns



PSRR测试

轻载, Cout=10μF + 470nF MLCC

功能框图



NSE570XX-Q1HTSPR

纳芯微

R 通用电源
E 功率路径保护
L LED驱动

57 天线LDO

HTSPR HTSSOP-16 封装

Q1 AEC-Q100 Grade 1

01 单通道, 输出短路到电池保护 锁存版本
01R 单通道, 输出短路到电池保护 自动重试版本
02 双通道, 输出短路到电池保护 锁存版本
02R 双通道, 输出短路到电池保护 自动重试版本

封装支持



HTSSOP-16 5mm*4.4mm

产品选型表

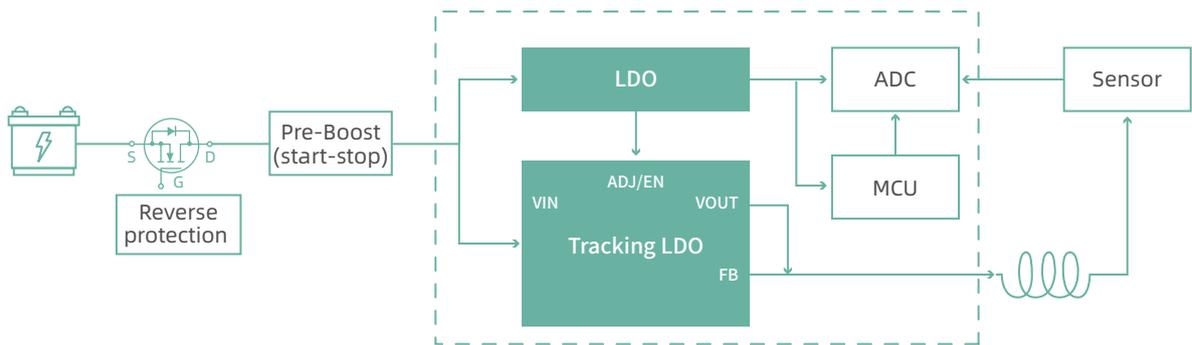
	输出通道数	STB保护	输入电压	输出电压	每路输出电流	CS PIN电流采样精度 @100mA load	Iq max@ 0.1mA load
NSE570X-Q1							
NSE5701-Q1	1	Latch	4.5V~28V	1.5V~20V ADJ	300mA	±3%	1.6mA
NSE5701R-Q1	1	Auto Retry	4.5V~28V	1.5V~20V ADJ	300mA	±3%	1.6mA
NSE5702-Q1	2	Latch	4.5V~28V	1.5V~20V ADJ	300mA	±3%	2.3mA
NSE5702R-Q1	2	Auto Retry	4.5V~28V	1.5V~20V ADJ	300mA	±3%	2.3mA

电压跟随器LDO

在汽车外部传感器和小电流外部模块的电源设计中，保护和输出精度非常重要。长电缆在恶劣环境中工作可能会损坏，导致短路或电源异常，因此需要多种保护机制。此外，外部传感器电源和MCU/ADC电源之间的电压跟踪容差必须保持最低，以确保高质量数据采集。电压跟随器LDO能够提供这些保护功能，并且实现超精确的输出电压跟踪，非常适合用于这种应用场景。



典型应用案例



产品推荐

汽车级50mA/100mA/300mA/400mA 电压跟随器 NSE4250/4/3/1系列

NSE425X系列是具有低压降和高跟踪精度的电压跟随器，专为汽车板外传感器供电而设计。NSE425X具有针对过载、过热、反向极性和输出短接电池和输出短接地的集成保护功能。NSE425X可以实现输出电压高精度跟踪于ADJ/EN引脚上施加的基准电压，输入电压最高支持45V，负载电流支持50mA/100mA/300mA/400mA四档可选。通过将调节/使能输入引脚 (ADJ/EN) 置为低电平，NSE425X可切换至待机模式，从而最大限度地降低静态电流。

NSE425X的工作环境温度范围为 -40°C 至 $+125^{\circ}\text{C}$ ，提供NSOT-23-5, SOT23-5, SOP-8, HSOP-8, TO252-4, TO263-5等多种封装，满足不同设计需求。

产品性能

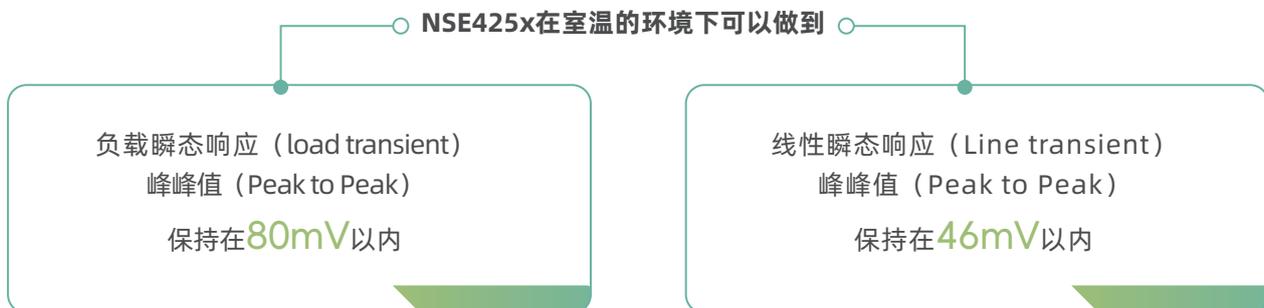
- 满足 AEC-Q100 车规要求
 - 工作环境温度：-40°C ~ 125°C
 - 工作电压范围：4V - 40V，支持瞬态电压高达45V
 - 输出电流范围：50mA / 100mA / 300mA / 400mA
 - 高精度电压跟随：+/-10mV
- 集成了保护和诊断功能：
 - 短路保护
 - 反向电池极性保护
 - 反向电流保护
 - 过热保护

产品特点

1、跟随电压精度高



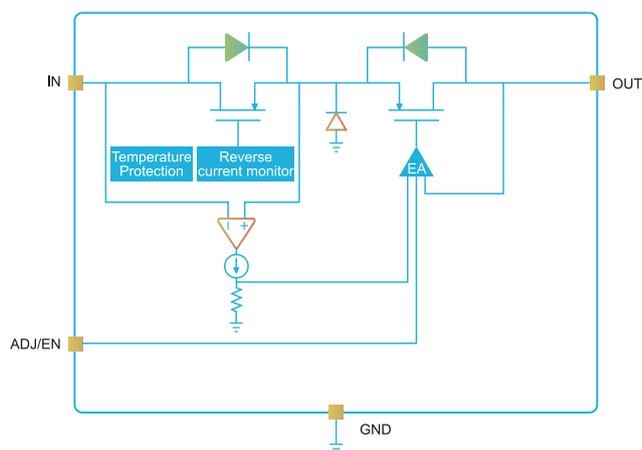
2. 稳定性高，具有良好的电源和负载瞬态响应能力



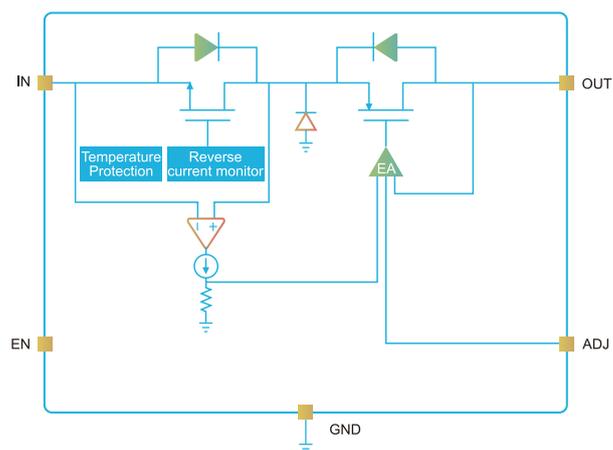
3. 兼容性强，高宽范围的输出电容配置区间

产品系列	稳定区间	
	电容ESR	电容容值
NSE4250-Q1	3Ω(Max)	1μF to 220μF
NSE4251-Q1	3Ω(Max)	1μF to 220μF
NSE4253-Q1	3Ω(Max)	1μF to 220μF
NSE4254-Q1	3Ω(Max)	1μF to 220μF

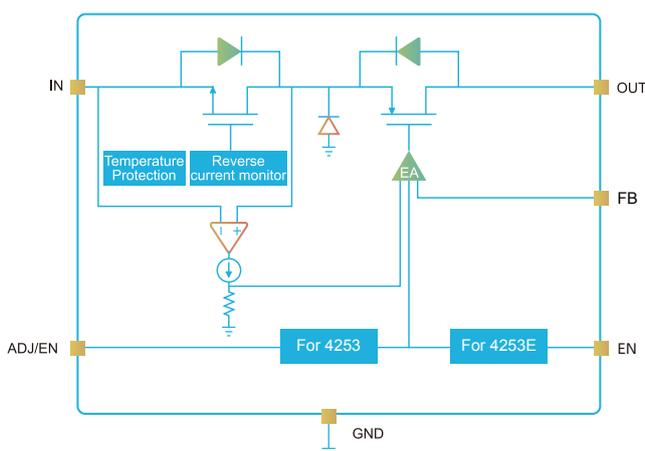
4. 安全性高，具有短路到电池的快速保护



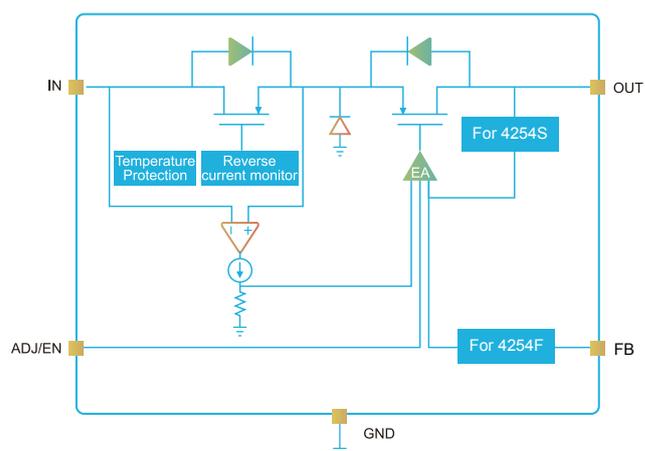
NSE4250功能框图



NSE4251功能框图



NSE4253功能框图



NSE4254功能框图

NSE425X-Q1XXXX

纳芯微

R 通用电源

E 功率路径保护

L LED驱动

425 电压跟随器LDO

Q1 车规

0 Ioutmax=50mA

1 Ioutmax=100mA

3/3E Ioutmax=300mA

4S/4F Ioutmax=400mA

STAR SOT23-5

STER NSOT23-5

TOAR TO252-4

TOBR TO263-5

SPR SOP-8

HSPR HSOP-8

封装支持



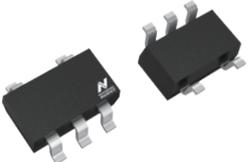
NSOT23-5 2.9mm*1.6mm



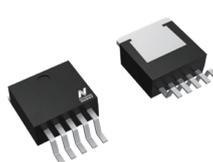
TO252-4 6.5mm*6.22mm



SOP-8 4.9mm*3.9mm



SOT23-5 2.9mm*1.6mm



TO263-5 10mm*9.25mm



HSOP-8 4.9mm*3.9mm

产品选型表

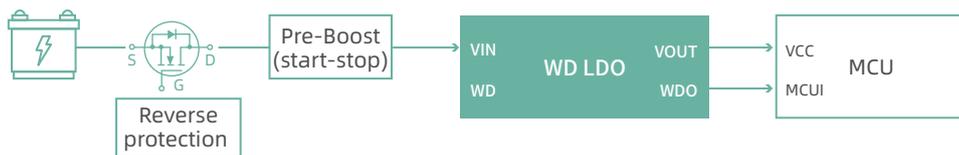
	输入电压(V)	输出电压(V)	输出电流(mA)	电压跟随精度(mv)	待机电流(μA)
NSE4250-Q1STER	4~40	2~36	50	10	2.5
NSE4250-Q1STAR	4~40	2~36	50	10	2.5
NSE4251-Q1TOAR	4~40	2~36	400	10	8
NSE4251-Q1TOBR	4~40	2~36	400	10	8
NSE4253-Q1TSPR	4~40	2~36	300	10	8
NSE4253-Q1HSPR	4~40	2~36	300	10	8
NSE4253E-Q1HSPR	4~40	2~36	300	10	8
NSE4254F-Q1HSPR	4~40	2~36	70	10	2.5
NSE4254S-Q1HSPR	4~40	2~36	70	10	2.5
NSE4254F-Q1SPR	4~40	2~36	70	10	2.5
NSE4254S-Q1SPR	4~40	2~36	70	10	2.5

看门狗LDO

看门狗LDO集成了看门狗定时器功能，用于监控系统的运行状态。如果检测到系统长时间未响应，看门狗LDO会触发重启或其他保护机制。这类LDO常用于提高系统的可靠性和安全性，防止系统卡死或失灵。



典型应用案例



产品推荐

汽车级 40V 500mA/300mA 看门狗LDO NSR37xxx系列

在汽车微控制器应用中，看门狗用于监控微控制器的工作状态，以避免软件失控。

NSR37xxx-Q1 是看门狗 LDO 系列，设计用于高达 40V 的工作电压，轻负载下的典型静态电流仅为 19 μ A。而且它具有低压差，在 200 mA 输出时仅为 170 mV。该系列有两种封装尺寸，对应两种输出电流版本：300mA 和 500mA。

该器件集成了可编程功能，可用于选择窗口或标准看门狗，看门狗时间可通过外部电阻器设置在10ms至500ms之间。NSR37xxx-Q1 还有一个 PG 引脚，用于指示输出电压何时稳定。PG延迟时间和触发阈值可由外部元件调节。该器件还具有集成短路和过流保护功能。

NSR37xxx-Q1的工作环境温度范围为 -40°C 至 +125°C，提供HTSSOP16, HTSSOP28封装，满足不同设计需求。

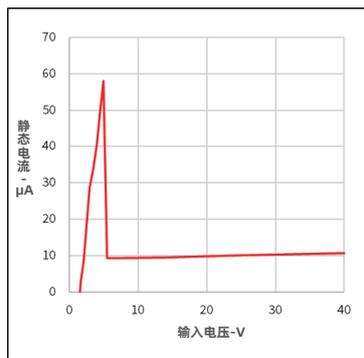
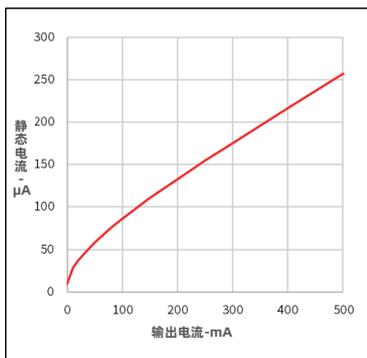
产品性能

- 满足 AEC-Q100 车规要求
- 工作环境温度：-40°C ~ 125°C
- 工作电压范围：4V-40V，支持瞬态电压高达45V
- 输出电流范围：
 - NSR370xx: 300mA
 - NSR371xx: 500mA
- 超低静态功耗(Iq):
 - < 4 μ A 当 EN = Low (关断模式)
 - 19 μ A (Typ) 轻载模式下 (看门狗已禁用)
- 超低压差：170 mV at 200 mA
- 集成、可调窗口看门狗定时器，带独立标志
- 可选窗口或标准看门狗，具有可调周期：10 ms 至 500 ms
- 可编程阈值和复位脉冲延迟
- 集成故障保护：
 - 热关断
 - 短路保护

产品特点

1、低功耗

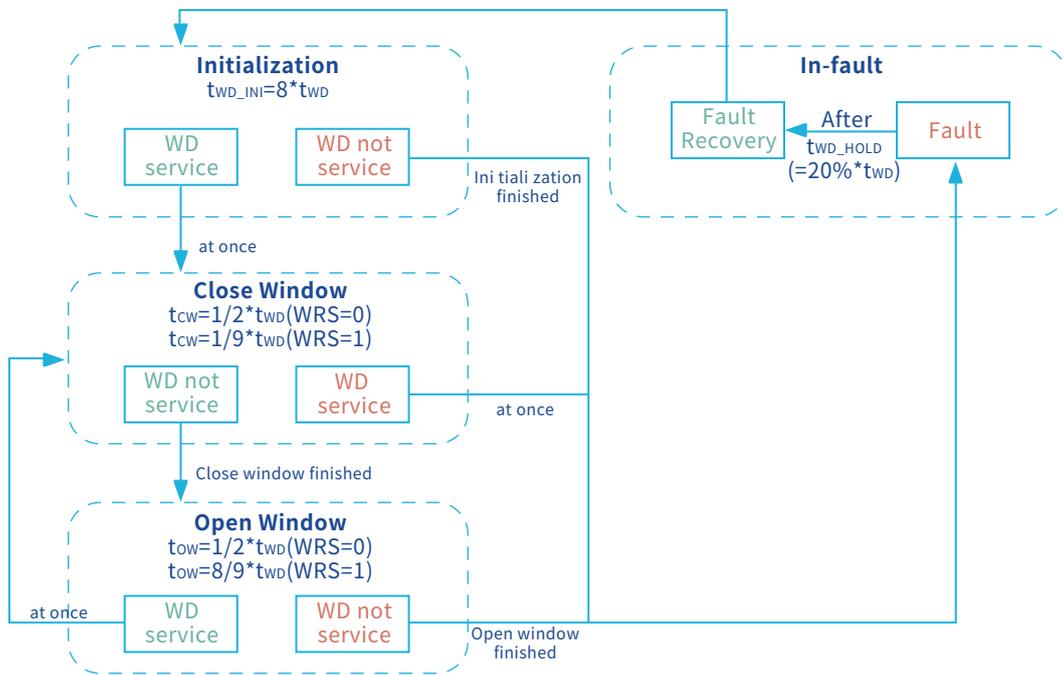
在低功耗设备中，超低功耗的LDO具有非常重要的应用价值。低功耗LDO的关键是设计较低的静态功耗以延长电池寿命，从而实现高效的功耗管理。纳芯微NSR37系列LDO，拥有低于19 μ A的静态功耗，且随负载、输入电压变化表现优秀。



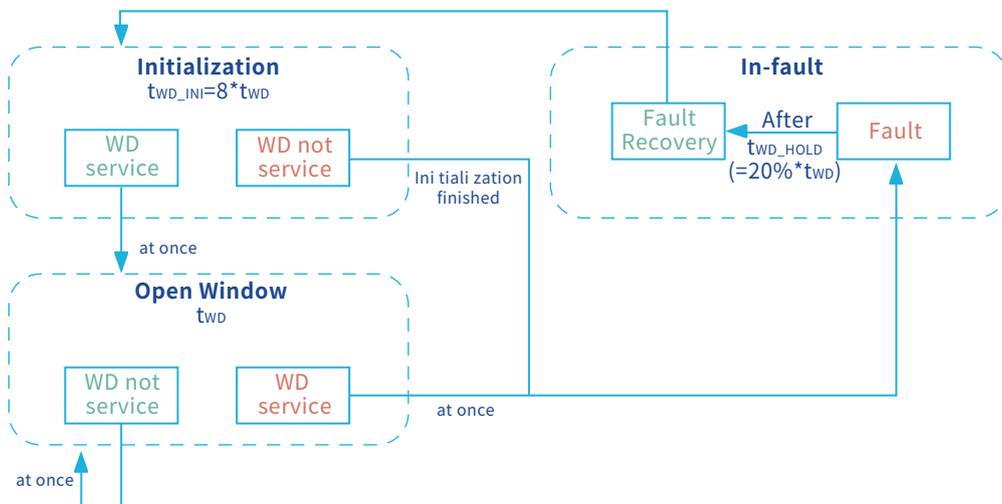
2. 可选看门狗模式

NSR37系列集成了用于选择窗口或标准看门狗模式的可编程功能，且看门狗时间可通过外部电阻在10ms至500ms之间设置，适用于不同应用场景。

- 可选窗口/标准看门狗模式：当看门狗类型选择引脚(WTS)连接到高/低电平时，NSR37系列可在标准/窗口看门狗模式下工作。



窗口看门狗模式 (WTS = 0)

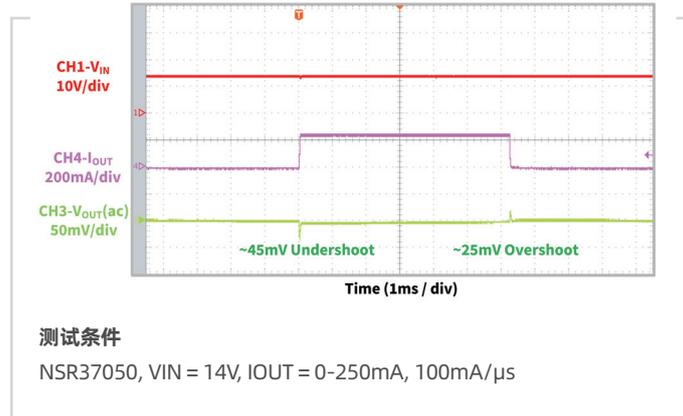


标准看门狗模式 (WTS = 1)

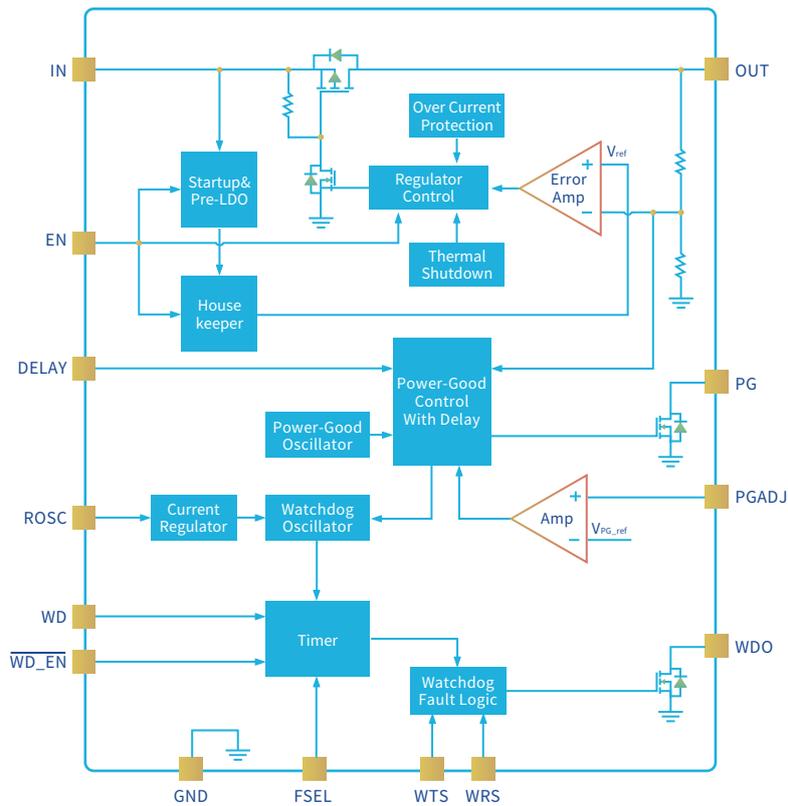
- 可调节看门狗时间：NSR37系列可通过两种方式调整看门狗的持续时间，即调整看门狗定时器调整引脚(ROSC)到地连接的电阻，或调整内部振荡器频率选择引脚(FSEL)电平。

3、优秀的负责瞬态响应能力

NSR37系列在室温下快速负载跳变时，能保证45mV以下的下冲(Undershoot)和25mV以下的过冲(Overshoot)，瞬态响应能力优秀。



功能框图



NSR37XXX-Q1XXX

纳芯微

R 通用电源
E 功率路径保护
L LED驱动

37 看门狗LDO

HTSPR HTSSOP16

HTSR HTSSOP28

Q1 AEC-Q100 Grade 1

33 Vout=3.3V

50 Vout=5V

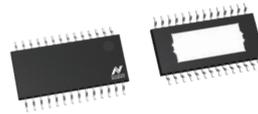
0 Ioutmax=300mA

1 Ioutmax=500mA

封装支持



HTSSOP-16 5mm*4.4mm



HTSSOP-28 9.7mm*4.4mm

产品选型表

	输入电压(V)	输出电压(V)	输出电流(mA)	静态功耗(μA)	封装类型
NSR37033-Q1HTSPR	4~40	3.3	300	19	HTSSOP16
NSR37050-Q1HTSPR	4~40	5	300	19	HTSSOP16
NSR37133-Q1HTSR	4~40	3.3	500	19	HTSSOP28
NSR37150-Q1HTSR	4~40	5	500	19	HTSSOP28

03



纳芯微车载LDO 产品总览

一级LDO

电池直连 & 低静态功耗

3-40V → **Low Iq** → 2.5V 3.3V 5V ADJ
150/300/500mA

NSR31/33/35-Q1

Thermal Shutdown & S2G

Low Iq 5µA

产品应用

车身控制 汽车动力系统 box 汽车通讯系统 汽车影音娱乐

适配负载

微控制单元 CAN/LIN

二级LDO

低噪声 & 高电源抑制比

2.5-5.5V → **Noise Reduction** → ADJ
500mA/1A

NSR30x0x-Q1

Thermal Shutdown & S2G

Low Noise 17µVRMS

产品应用

车机 仪表 雷达 车载影音娱乐系统

适配负载

摄像头 I/O 供电 以太网

电压跟随器 LDO

可为板外传感器供电

4-40V → **B2B Protection** → ADJ
50mA/100mA/300mA/400mA

NSE425x-Q1

Reverse Protection

Output accuracy: <5%

产品应用

车身控制模块 座椅加热 车载充电和逆变系统 汽车悬挂和减震

适配负载

传感器

天线LDO

具备电流检测 & 反向保护功能

4.5-28V → **Full Diagnostics** → 1.5-20V
300mA/CH

NSE5701/2/R-Q1

B2B MOS

Latch/Retry

产品应用

自动驾驶 box 汽车通讯系统 汽车影音娱乐

适配负载

天线 A2B总线 摄像头 定位系统

看门狗 LDO

具备可选看门狗 & 系统安全功能

4-40V → **ADJ Window Watchdog** → 3.3V 5V
300mA/500mA

NSR37x33/50-Q1

Thermal Shutdown & SCP

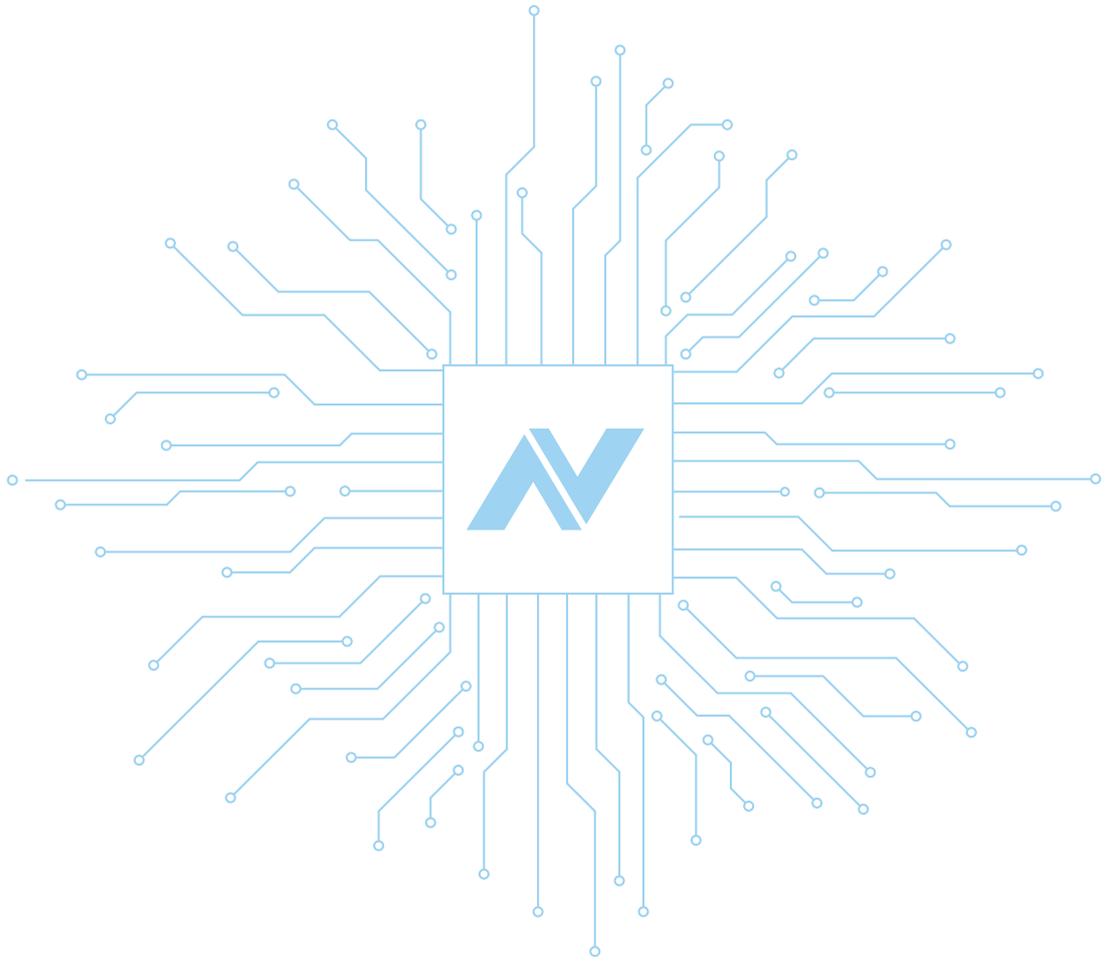
Selectable Window Watchdog

产品应用

座椅控制 电动助力转向 汽车后备箱控制 开关 车顶控制

适配负载

微控制单元





纳芯微
公司介绍



纳芯微
微信公众号



纳芯微
人才招聘公众号



纳芯微
产品选型指南



纳芯微
汽车电子解决方案



纳芯微
可再生能源与
电源系统解决方案



纳芯微
工业控制解决方案



纳芯微
家电应用解决方案

纳芯微电子 (NOVOSENSE)
科创板股票代码:688052

✉ sales@novosns.com

🌐 www.novosns.com

发布时间:2024年10月