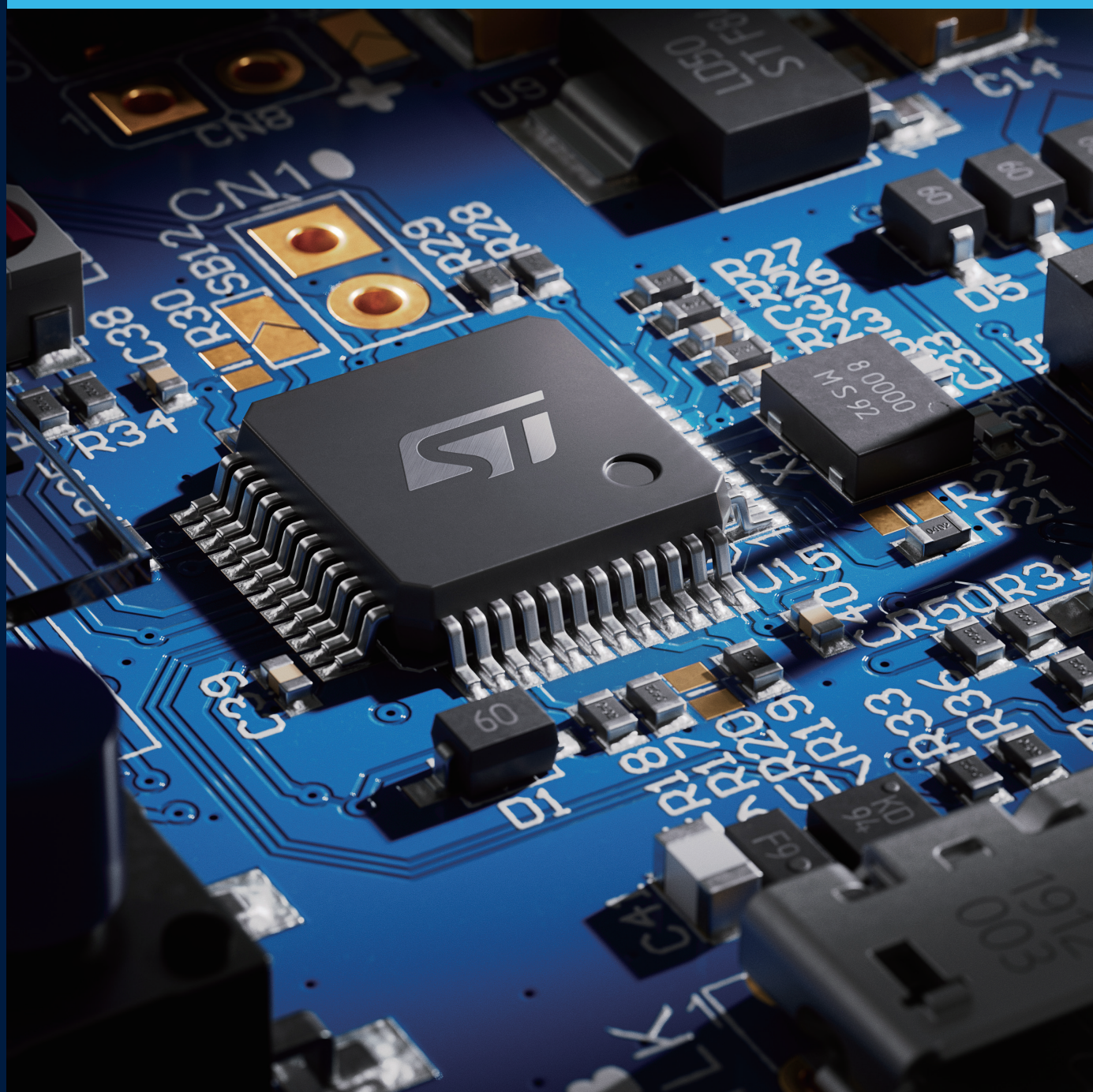




# 数字电源 指南



# 目录

<b>3</b>	<b>简介</b>
4	数字电源管理架构
12	全面的STM32 MCU数字电源开发生态系统
<b>15</b>	<b>评估板和参考设计</b>

# 简介

数字电源应用以数控型解决方案来提高功率密度，加速控制回路，允许复杂的拓扑管理，并提高设计灵活性



## 主要特性和优势

- 促进遵守严格的能源效率要求
- 更高的功率密度与开关频率，更快速的控制回路
- 配电应用的系统级可靠性与安全（带故障预测功能）

## 来自硬件和软件概念的数字电源解决方案

它提供构建智能电源系统的可能性，自动适应其环境变化并不断优化整体系统效率。

主要应用于开关模式电源（SMPS）的数字电源主要关注面向服务器和数据中心PSU、通信电源、电动汽车充电站、UPS和发电系统，近期还应用于面向高端电视和照明应用中智能手机和笔记本电脑的精密充电器和适配器。

## 我们的产品和解决方案

广泛的意法半导体数字电源产品组合包括面向数字电源转换应用的微控制器和数字控制器。

意法半导体的功率型分立器件针对软开关谐振和硬开关转换器进行了优化，可有效提高低功率和高功率应用的系统效率。基于氮化镓的新品具备更高的能源效率，并支持面向广泛的应用提供更紧凑的电源设计。

我们的数字电源解决方案可以使用专用的评估板、参考设计、技术文档和eDesignSuite软件配置器与设计工具来实现。



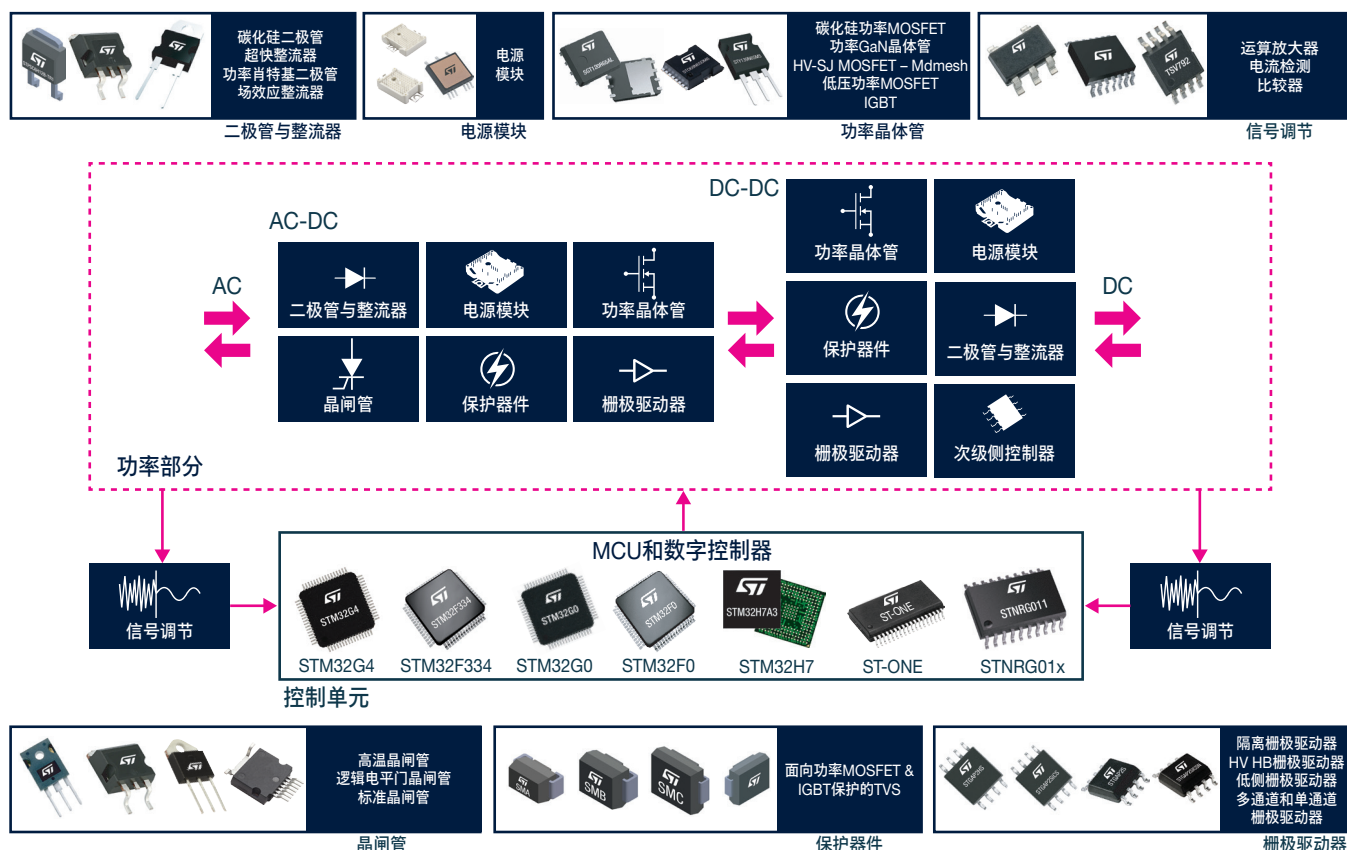


图1：数字电源通用架构

## 数字电源管理架构

### 构建模块 & 主要产品

典型数字电源系统主要包括控制单元和功率级。控制单元采用我们的旗舰系列STM32G4和STM32F334 MCU，以及我们的STNRG数字组合控制器，或采用全集成的ST-ONE。

功率级根据功率等级或客户规范实现不同的拓扑。

意法半导体的特色产品包括：

- 1) 独有的MDmesh系列超结功率MOSFET，包括MDmesh M6/DM6、MDmesh M9/DM9、MDmesh K5、MDmesh K6系列，支持软开关和硬开关拓扑。
  - 2) 行业领先的各类碳化硅（SiC）MOSFET和二极在蓬勃扩张和发展中。
  - 3) 分立氮化镓（GaN）器件和系统级封装的集成GaN器件。
- 此外，栅极驱动器可确保准确、高效地驱动功率级。我们提供针对超结MOSFET和IGBT提供栅极驱动器解决方案，面向SiC和GaN晶体管提供优化的解决方案。先进的VIPer系列高压转换器管理辅助电源模块。

产品类别	产品子类	系列	产品编号	意法半导体产品的竞争优势
功率MOSFET & GaN晶体管	碳化硅功率MOSFET	GEN1: 1200 V, 1700 V GEN2: 650 V, 1200 V GEN3: 650 V, 1200 V	SCT*N65G2V	<ul style="list-style-type: none"> <li>平坦的<math>R_{DS(on)}</math>与温度关系曲线</li> <li>更低的开关损耗</li> <li>极具成本优势</li> <li>第3代 - 实现Ron与Qg平衡的超快系列；尤其适合超高频率的应用和AG认证</li> </ul>
			SCT*N120	
			SCT*N120G2	
			SCT*N170 SCT**N*G3	
	PowerGaN晶体管	G-HEMT	SGT*R65A*	<ul style="list-style-type: none"> <li>增强模式常关晶体管</li> <li>超快的开关速度</li> <li>高功率管理能力</li> <li>极低结电容</li> <li>Kelvin源极引脚实现理想的栅极驱动</li> <li>零反向恢复电荷</li> </ul>



产品类别	产品子类	系列	产品编号	意法半导体产品的竞争优势
功率MOSFET & GaN晶体管	MDmesh HV & VHV 超结MOSFET	标准系列		
		MDmesh M9	ST*65N*M9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 行业领先的品质因数 (<math>R_{DS(on)} \times Q_g</math>)</li> <li>• 最低<math>Q_g</math></li> <li>• 反向二极管和MOSFET耐受更高的dv/dt</li> <li>• 适用于硬开关和软开关拓扑</li> </ul>
		MDmesh M6	ST*60M6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 专注于谐振变换器性能提升</li> <li>• 极低的栅极电荷: 高开关频率</li> <li>• 优化门限电压: 降低了开关损耗</li> <li>• 优化Coss: 提高了轻载效率</li> </ul>
			ST*65M6	
		MDmesh M2	ST*60M2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 低<math>Q_g</math></li> <li>• 针对轻载条件进行了优化</li> <li>• 适用于硬开关和ZVS/LLC拓扑</li> </ul>
			ST*65M2	
		MDmesh M5	ST*65M5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 极低的<math>R_{DS(on)}</math></li> <li>• 高开关速度</li> <li>• 适用于硬开关拓扑</li> </ul>
		MDmesh K6	ST*80N*K6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在800V电压范围内具有业界最出色的<math>R_{DS(on)}</math></li> <li>• 高开关速度</li> <li>• 最低<math>Q_g</math></li> </ul>
		MDmesh K5	ST*80K5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 仅面向1000V以上的工业应用, 超结技术</li> <li>• 经过100%雪崩测试</li> <li>• 非常广泛的产品组合, 最高可达1700V</li> </ul>
			ST*90K5	
			ST*105K5	
			ST*120K5	
		快速恢复体二极管系列		
		MDmesh DM9	ST*60N*DM9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 行业最优的品质因数 (<math>R_{DS(on)} \times Q_g</math>)</li> <li>• 体二极管反向恢复时间 (<math>t_{rr}</math>) 性能提高</li> <li>• 更高的dv/dt (120 V/ns) 和di/dt能力 (1300 A/μs)</li> <li>• 优化了体二极管恢复阶段和平缓性</li> </ul>
		MDmesh DM6	ST*60DM6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 专注于谐振变换器性能提升</li> <li>• 极低的栅极电荷: 高开关频率</li> <li>• 优化门限电压: 降低了开关损耗</li> <li>• 优化Coss: 提高轻载效率</li> <li>• 内嵌快速二极管: 增加了二极管的安全工作区</li> </ul>
			ST*65DM6	
		MDmesh DM2	ST*60DM2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 改进了体二极管的trr</li> <li>• 高dv/dt性能</li> <li>• 适用于ZVS/LLC拓扑</li> </ul>
			ST*65DM2	
		MDmesh DK5	ST*95DK5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 最低trr @极高电压</li> <li>• BVDSS</li> <li>• 高dv/dt性能</li> <li>• 针对大功率三相应用</li> <li>• 工业设备</li> </ul>
	低压功率 MOSFET	40 V - 100 V STripFET™ F7	ST*N4F7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 优化的体二极管 (低Qrr) 和Crss/Ciss, 降低EMI噪声并实现出色的开关性能</li> </ul>
			ST*N6F7	
			ST*N8F7	
			ST*N10F7	
			ST*N4*F7	



产品类别	产品子类	系列	产品编号	意法半导体产品的竞争优势
IGBT和功率模块	沟槽栅极场截止 IGBT	600V V系列 超高速 (50至100 kHz)	STG*V60DF	<ul style="list-style-type: none"> <li>产品范围20至80A</li> <li>行业最低E<sub>off</sub>提高了效率</li> <li>正温度系数可实现多个IGBT的安全并联</li> <li>多种封装选项满足不同应用需求</li> </ul>
		650V HB系列 高速 (16至60 kHz)	STG*H65DFB	<ul style="list-style-type: none"> <li>产品范围20至80A</li> <li>优化了V<sub>CEsat</sub>/E<sub>OFF</sub>平衡</li> <li>最大结温为175°C</li> </ul>
		650V HB2系列 高速 (16至60 kHz)	STG*H65DFB2	<ul style="list-style-type: none"> <li>广泛的产品范围15至100A</li> <li>优化了V<sub>CEsat</sub>/E<sub>OFF</sub>平衡</li> <li>最大结温为175°C</li> <li>降低栅极电荷, 使开关更快</li> <li>即使栅极电阻较小, 也能实现软关断</li> <li>多种封装选项</li> </ul>
		1200V H系列 高速 (20至100 kHz)	STG*H120DF2	<ul style="list-style-type: none"> <li>产品范围15至75 A</li> <li>极低的关断能耗</li> <li>最大结温: T<sub>j</sub> = 175°C</li> <li>短路保护</li> <li>可采用TO247、TO247 LL和MAX247封装</li> </ul>
		1200V M系列 低损耗 (2至20 kHz)	STG*M65DF2	<ul style="list-style-type: none"> <li>产品范围8至75 A</li> <li>具有短路保护的损耗系列</li> <li>最大结温: T<sub>j</sub> = 175°C</li> <li>可采用TO220、TO247、TO247 LL和MAX247封装</li> <li>为硬开关应用优化了静态和动态损耗之间的平衡</li> </ul>
	电源模块	ACEPACK 1 ACEPACK 2	A1P50S65M2	<ul style="list-style-type: none"> <li>以Infineon Easy 1B/2B封装实现多源化</li> <li>STPOWER Studio用于模拟热性能</li> <li>集成NTC</li> </ul>
			A1P25S12M3	
			A1P35S12M3	
			A2P75S12M3	
			A2F12M12W2-F1	
			A1F25M12W2-F1	
			A2U12M12W2-F1C	
			A2U12M12W2-F2	

产品类别	产品子类	系列	产品编号	意法半导体产品的竞争优势
二极管与整流器	碳化硅二极管	650-1200 V系列	STPSC*065	<ul style="list-style-type: none"> <li>没有或可忽略的反向恢复</li> <li>超低正向压降</li> <li>高正向浪涌承受能力</li> <li>广泛的产品, 电流额定值从2A到40 A, 采用不同封装 (SMD、QFN、TH), 2个系列 (低V<sub>f</sub>, 高I<sub>fsm</sub>)</li> </ul>
			STPSC*H12	
	超高速整流器	200-400 V超高速整流器	STTH*02	<ul style="list-style-type: none"> <li>丰富的封装选项</li> <li>超快速二极管</li> <li>低V<sub>f</sub>平衡, 提高转换器的效率和可靠性</li> </ul>
			STTH*03	
			STTH*04	
		600 V超高速整流器	STTH*06	
			STTH*L06	
			STTH*R06	
		800-1200 V超高速整流器	STTH*08	
			STTH*10	
			STTH*12	
	场效应整流器	FERD	STTH*S12	<ul style="list-style-type: none"> <li>低V<sub>f</sub>/低IR平衡</li> <li>改进了失控安全</li> </ul>
			FERD*45	
			FERD*50	
			FERD*60	
	功率肖特基二极管	功率肖特基, 低V <sub>f</sub>	FERD*100	<ul style="list-style-type: none"> <li>低V<sub>f</sub>/低IR平衡</li> <li>雪崩规范</li> <li>鲁棒技术</li> </ul>
			STPS*100	
			STPS*30	
			STPS*45	
		功率肖特基, 中等V <sub>f</sub> 和IR	STPS*200	
	沟道肖特基二极管		STPST*100	<ul style="list-style-type: none"> <li>极低V<sub>f</sub></li> <li>封装尺寸小, 功率密度高</li> </ul>

产品类别	产品子类	系列	产品编号	意法半导体产品的竞争优势
保护和EMI滤波器	保护器件	TVS	SMAJ	• 丰富的封装选项
			SMBJ	
			SM15T	
			SMC30J	
			SMC50J	
		USB端口保护	TCPP01-M12	• 集成了栅极驱动器和CC线路管理，具有符合IEC61000-4-2标准的ESD保护
				• STM32的配套芯片，集成了USB-C PD控制器，使该组合成为面向受电设备的经济型解决方案
			TCPP02-M18	• OCP和模拟电流检测，集成了符合IEC61000-4-2标准的ESD保护
				• STM32G0的配套芯片，集成了两个USB-C PD控制器，使该组合成为面向双端口供电应用的经济型解决方案应用
			TCPP03-M20	• OVP、OCP和模拟电流检测，集成了符合IEC61000-4-2标准的ESD保护
				• 两个集成的栅极驱动器管理USB-C双重功能电源应用的受电和供电电路
			USBLC6-2SC6	• USB 2.0高速接口的ESD保护
			ECMF2-40A100N6	• 2线共模滤波器（带ESD保护功能），面向高速串行接口
			ESDA25P35-1U1M	• 单向单线TVS二极管，旨在保护电源线免受EOS和ESD瞬变的影响。VRM低泄漏电流
			ESDA24P140-1U3M	
		栅极保护	ESDAxxP-1U1M	• 单向单线TVS二极管，旨在保护电源线免受EOS和ESD瞬变的影响。VRM低泄漏电流
			ESDA-1K	• 充电器和电池端口的EOS和ESD保护
晶闸管和三端双向可控硅	晶闸管 (SCR)	标准晶闸管 (SCR)	TN815-800B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 更可靠的抗浪涌能力</li> <li>• 更高的抗瞬态能力</li> <li>• 高温SCR <math>T_J = 150^{\circ}\text{C}</math> 选项，更适合功率密度更高的SMPS</li> <li>• 大型封装选项，包括SMD紧凑型解决方案：DPAK、D2PAK、D2PAK HV、D3PAK</li> </ul>
			TN4050-12PI	
			TN6050-12PI	
			TN5050H-12PI	
			TN8050H-12PI	
		高温晶闸管 (SCR)	TM8050H-8	
			TN4015H-6	
			TN1605H-8	
		车规级晶闸管	TN3050H-12W	
			TN4035HA-8GY	
			TN4050HA-12GY	
			TN4050HP-12G2Y	
			TN4050HP-12W	
			TN6050HP-12W	
		用于电源断路器的晶闸管	TS110-8	
			X0115	
	三端双向可控硅整流管 (Triac)	高温三端双向可控硅整流管	T835H-8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 意法半导体的产品组合涵盖1到50A的三端双向可控硅整流管，针对中功率负载</li> <li>• 600 V、800 V或1200 V三端双向可控硅整流管，用于大型应用领域，以及单相或三相AC电压</li> <li>• 额定<math>150^{\circ}\text{C}</math> &amp; 800 V，最高50 A三端双向可控硅整流管系列：8H三端双向可控硅整流管Txx35H-8</li> </ul>
			T1635H-8	
			T5035H-8PI	
			T3035H-8	
		标准和无缓冲三端双向可控硅整流管	T1635T-8	
			T2535T-8	
	SCR功率模块	ACEPACK SMIT	STTD6050H-12M2Y	<ul style="list-style-type: none"> <li>• STTD是1200V/60A全桥模块；包含2个SCR和2个二极管</li> <li>• STTN是1200V/60A半桥模块，包含2个SCR</li> <li>• 车规级产品</li> </ul>
			STTH6050H-12M1Y	



产品类别	产品子类	系列	产品编号	意法半导体产品的竞争优势
次级侧控制器	同步整流控制器	用于反激变换器的同步整流控制器	SRK1000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 得益于快速开通、低延迟，以及创新型自适应关断逻辑，保证SR MOSFET最大程度导通</li> <li>• 低功耗模式<math>I_q=160\ \mu A</math>（典型值）满足严格的空载功耗要求</li> <li>• 轻松管理混合DCM/CCM操作</li> <li>• 轻负载时的自动睡眠模式</li> <li>• 不同的消隐时间选项（关断之后），以支持应用需求</li> <li>• 无需增加杂散电感补偿电路</li> <li>• 无需肖特基二极管（与SR MOSFET并联）来管理CC调节</li> </ul>
			SRK1000A	
			SRK1000B	
			SRK1001	
	同步整流控制器	用于LLC谐振变换器的同步整流控制器	SRK2000A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 得益于快速开通、低延迟、自适应消隐时间，以及创新型自适应关断逻辑，确保SR MOSFET在所有负载条件下的大导通</li> <li>• 低功耗模式<math>I_q=50\ \mu A</math>（典型值）满足严格的空载功耗要求</li> <li>• 突发模式下的可编程低功耗运行</li> <li>• 鲁棒设计，防止电流反向</li> <li>• 负载瞬态、轻负载和启动条件的安全管理</li> <li>• 轻负载时的自动睡眠模式（SRK2001）</li> <li>• 寄生电感自补偿</li> <li>• 无需增加杂散电感补偿电路</li> <li>• Kelvin检测可检测每个MOSFET的漏-源电压</li> </ul>
			SRK2001	
			SRK2001A	

产品类别	产品子类	系列	产品编号	意法半导体产品的竞争优势
数字电源 MCU & 控制器	STM32 32位Arm Cortex MCU	STM32G4	STM32G474	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HRTIM功能</li> <li>• 更多数量的模拟IP和GP外设</li> <li>• 更高的运算性能（速度、FPU、FMAC、坐标变换）</li> <li>• 更出色的产品 / 引脚排列（100和128引脚封装）</li> <li>• 兼容所有产品，最高512K</li> </ul>
		STM32F3		<ul style="list-style-type: none"> <li>• HRTIMER灵活性</li> <li>• 更高的运算性能</li> <li>• ARM vs 专有核心</li> <li>• 更多外设和PWM</li> </ul>
		STM32H7	STM32H725	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 高性能，可达480 MHz</li> <li>• 高分辨率定时器V1（2.1ns分辨率），用于实时控制</li> <li>• 高速ADC用于精确控制（3.6 Msps）</li> </ul>
			STM32H735	
		STM32G0	STM32G071	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 极低功耗</li> <li>• 定时器频率，高达128 Mhz分辨率（8ns）</li> <li>• 高速ADC用于实时精确控制</li> <li>• UCPD接口</li> <li>• 更多RAM用于Flash：用于128 KB和64 KB Flash存储器的SRAM最高可达36 KB</li> </ul>
		STM32F0	STM32F071	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 适合成本敏感型应用。</li> <li>• 集实时性能、低功耗运算和STM32平台的先进架构及外设于一身</li> </ul>
	数字电源控制器	STNRG	STNRG011	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 鲁棒性：800 V启动电路</li> <li>• 灵活性：在FTP存储器中自定义参数，在ROM中对核心进行编程，高水平的可编程性和监测</li> <li>• 更高的效率（特别是轻负载时）：高级突发模式和低静态电流</li> <li>• 紧凑性：SO20封装用于低引脚数量</li> </ul>
			STNRG011A	
			STNRG012	
		ST-ONE	ST-ONE（单一USB端口）	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 一体化数字控制器用于USB-PD充电器（最高100 W）</li> <li>• ZVS有源钳位反激 + 同步整流</li> <li>• USB-PD 3.1 PPS接口和集成的24V USB-PD PHY</li> <li>• &gt;94%峰值效率软开关拓扑</li> <li>• 采用MasterGaN和平面变压器工作频率大于1MHz</li> <li>• 该解决方案的尺寸小、重量轻，且具有&gt;30W/inch<sup>2</sup>功率密度</li> <li>• 32位Cortex M0+核心，配备64kB嵌入式flash存储器</li> <li>• &gt;6.4kV增强型电流隔离式双通信信道</li> </ul>
			ST-ONEMP（多个USB端口）	



★ 高性能 MCU		STM32H7 324 CoreMark 480 MHz Cortex-M7 240 MHz Cortex-M4
» 主流	STM32G0 142 CoreMark 64 MHz Cortex-M0+	STM32G4 550 CoreMark 170 MHz Cortex-M4
	STM32F0 106 CoreMark 48 MHz Cortex-M0	STM32F3 245 CoreMark 72 MHz Cortex-M4

Arm® Cortex® 核心 -M0 / -M0+ -M3 -M33 -M7 -M4

图例：● 面向混合信号应用进行了优化

### 集成式SMPS数字系列



通用特性： • 800V启动电路 • 完善的PFC & LLC保护 • FTP存储器中的参数定制 • ROM中编程的核心	STNRG011 数字组合多模态 PFC和时移LLC 谐振控制器	STNRG011A 数字组合多模态 PFC和时移LLC 谐振控制器	STNRG012 新型数字系列，面向LED 照明和需要直流电源管理的 工业应用
--	---	--	--

特性

• 集成了X-cap放电电路

• 集成了X-cap放电电路  
• 高级OLP管理

• AC和DC电源管理  
• 移除了X-cap放电电路  
• 针对LED照明而优化的新型  
THD可提高效率



GaN ⌚	更高效	🌿	效率94%	=	减少3座 核电站
	更高的功率密度	⚡	尺寸 小4倍	=	减少 200M kg 废料
	数字控制	🌐	充电速度 快5倍	=	45分钟 即可充满

产品类别	产品子类	系列	产品编号	意法半导体产品的竞争优势
MOSFET和IGBT栅极驱动器	电气隔离单/双重栅极驱动器	STGAP	STGAP2S	对于STGPA2SICS • 高度鲁棒性：内嵌隔离和保护功能，特定的UVLO用于SiC器件，过温保护，减少尖峰效应（得益于Miller钳位功能） • 一流的性能：4 A电流能力、75ns传输延迟，以及±100 V/ns CMTI • 2个驱动选项：Miller钳位和独立输出 • 高功率密度和轻松设计：更小的系统尺寸，更低的材料成本
			STGAP2D	
			STGAP2HS	
			STGAP2GS	
			STGAP2GSN	
			STGAP2SICSN	
			STGAP2SICSC	
			STGAP2HD	
			STGAP2SICD	
			STGAP1BS	
	高压半桥栅极驱动器	HV HB栅极驱动器	L6491	• 高驱动拉电流和灌电流：最高可达4A • 集成式自举二极管 • 高级特性：互锁和可调节死区时间 • 集成了自举二极管、比较器，用于OCP（带智能关断功能） • 关断和开漏输出引脚
			L6494	
			L6498	
	低侧栅极驱动器	HV HB栅极驱动器，用于GaN	STDRIVEG600	• 2级关断 • 独立的低侧双驱动器（PM8834） • 4 A供电/受电驱动器高电流能力（PM8834） • 驱动输出并联能力，支持更高的驱动能力（PM8834） • 内嵌驱动器，带防直通保护（PM8834）
			PM8841	
		单通道驱动器	PM8851	
		多通道驱动器	PM8834	
			PM8834	
氮化镓 (GaN) 功率集成电路	集成式智能GaN	MASTERGAN1: 150 + 150 mΩ	MASTERGAN1	• 嵌入式半桥栅极驱动器可以由集成式自举二极管轻松供电 • 热保护 • 扩展的3.3 - 15 V输入范围，具有滞回和下拉功能 • 准确的内部定时匹配 • 互锁功能 • -40至125°C的工作环境温度范围 • 高开关频率 >1 MHz • 无需深入了解GaN • 较快的产品上市时间
		MASTERGAN2: 150 + 225 mΩ	MASTERGAN2	
		MASTERGAN3: 225 + 450 mΩ	MASTERGAN3	
		MASTERGAN4: 225 + 225 mΩ	MASTERGAN4	
		MASTERGAN5: 450 + 450 mΩ	MASTERGAN5	





产品类别	产品子类	系列	产品编号	意法半导体产品的竞争优势
信号调节 (放大器和比较器)	比较器	车规比较器	TS3021	<ul style="list-style-type: none"> <li>传输延时: 38 ns</li> <li>轨到轨输入和推挽输出</li> <li>供电操作范围为1.8至5V, 电流消耗低: 73 <math>\mu</math>A</li> </ul>
			TS3022	
		高速比较器	TS3011	
	电流检测放大器	电流检测	TSC2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>双向高侧和低侧电流测量</li> <li>宽共模电压: -4至100 V</li> <li>增强的PWM抑制</li> <li>集成了放大增益20 V/V, 精度有保证</li> </ul>
			TSC2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>双向高侧和低侧电流测量</li> <li>宽泛的共模电压范围 -20 - 70 V, 集成了关断功能</li> <li>集成了放大增益20 V/V、60 V/V或100 V/V, 精度有保证</li> </ul>
			TSC2011	
			TSC2012	
			TSC200	<ul style="list-style-type: none"> <li>带开漏比较器和参考的高电压电流检测放大器</li> <li>宽泛的共模电压范围-16 - 80 V, 通过集成的比较器 + Ref 实现过电流保护</li> <li>集成了放大增益20、50和100 V/V, 精度有保证</li> </ul>
			TSC201	
			TSC202	
	数字电源监测器	数字电流、电压、功率和温度监测器	TSC1641	<ul style="list-style-type: none"> <li>高侧或低侧数字电流检测, 电压负载测量高达60V</li> <li>专用于低速信号, 具有高精度</li> <li>兼容所有带I<sup>2</sup>C或MIPI I3C的ST微控制器</li> </ul>
	运算放大器	高精度运算放大器	TSZ121	<ul style="list-style-type: none"> <li>卓越精度 (Vio 5 - 25 <math>\mu</math>V最高值@25°C) 支持精确的信号调理</li> <li>性能随温度变化的稳定性非常出色 (Vio 8 - 35 <math>\mu</math>V, -40°C &lt; T &lt; 125°C), 确保无碍设计</li> <li>轨到轨输入和输出, 最低供电电压1.8 - 2.2 V, 最高供电电压5.5 V</li> </ul>
			TSZ151	
			TSZ181	
			TSV772	<ul style="list-style-type: none"> <li>卓越精度 (Vio 200 <math>\mu</math>V最高值@25°C) 确保精确测量</li> <li>高带宽20 - 50 MHz, 确保快速信号调理</li> <li>出色的转换速率13 - 30 V/<math>\mu</math>s, 支持测量PWM脉冲</li> </ul>
			TSV782	
			TSV792	
			TSU101	<ul style="list-style-type: none"> <li>超低电流消耗, 每通道580 - 900 nA</li> <li>轨到轨输入和输出, 电压范围1.5 - 5.5 V</li> <li>两种精确度, Vio低于150 <math>\mu</math>V或3 mV</li> </ul>
			TSU111	
			TSB812	<ul style="list-style-type: none"> <li>宽广的电源电压: 4至36 V</li> <li>超低偏移电压: 25°C时最大20<math>\mu</math>V</li> <li>轨到轨输出</li> </ul>



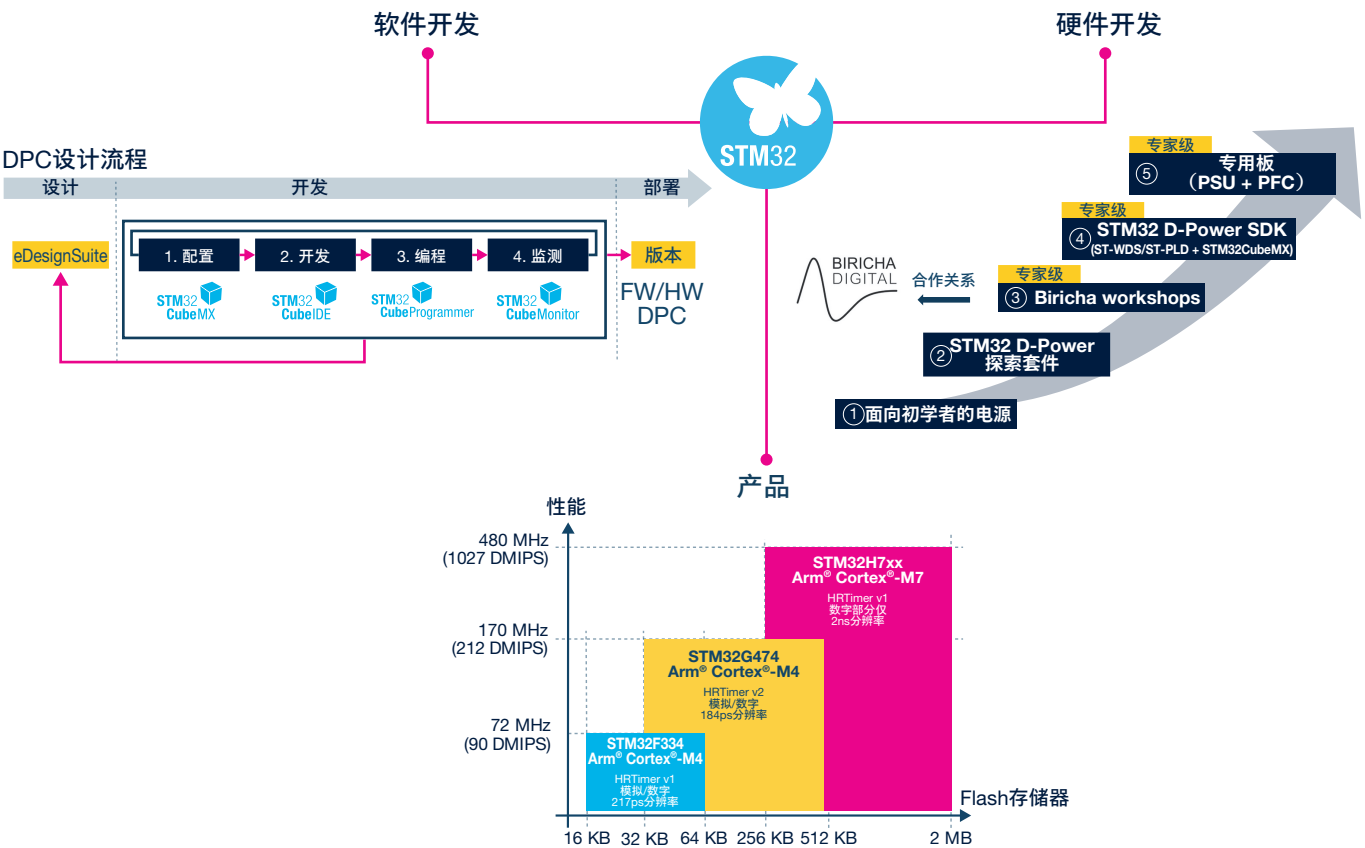
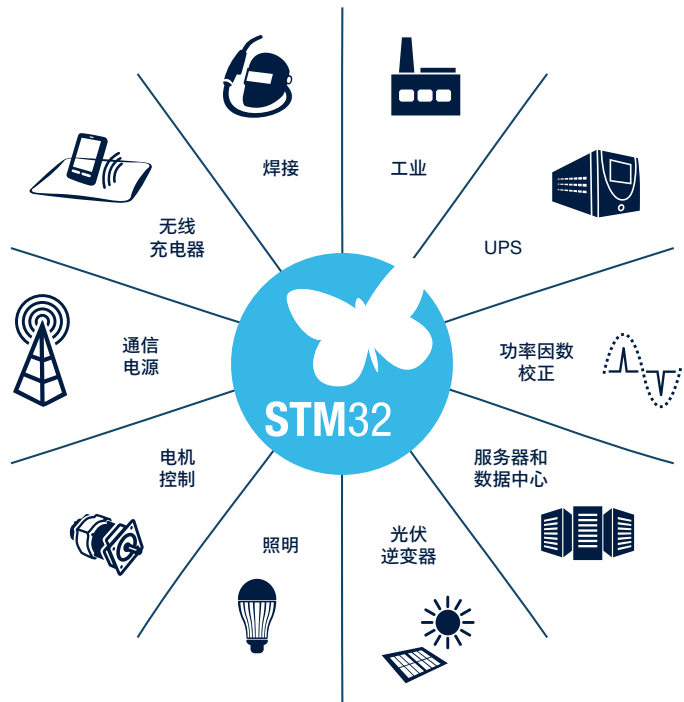
# 全面的STM32 MCU数字电源开发生态系统

## 概述

STM32数字电源生态系统（即D-Power）提供一套从硬件、软件工具和嵌入式软件到培训资源和文档的完整材料。其目的是支持和加速数字电源应用（如D-SMPS、照明、电动汽车充电、太阳能系统逆变器和无线充电器）的开发。

## STM32 D-Power产品线

STM32 D-Power产品组合包括STM32产品系列的几个产品线，并涵盖了入门级到高性能产品，能够在性能方面实现理想的可扩展性与灵活性。STM32F3、STM32G4和STM32H7 MCU内嵌高分辨率定时器（HRTimer），该计时器为一种功能强大且灵活的脉冲宽度调制（PWM）发生器，可提供高达184ps的分辨率。



## 数字电源与eDesignSuite SW工具

eDesignSuite是免费的全面在线软件工具，此工具可帮助设计和模拟基于特定组件的电路。

只需六个简单步骤，eDesignSuite帮助您：

- 指定您的应用用例
- 选择正确的IC或分立器件
- 分析在所选电路配置中的性能
- 通过直观的仿真迭代优化设计
- 通过快速且功能强大的eDSim工具模拟电路
- 现在，您已经准备好构建原型。

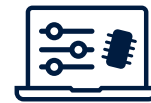
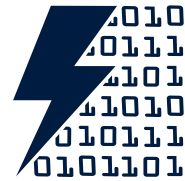
### 主要特性和优势

- AC-DC和DC-DC功率级设计采用“标准PID模型”实现数字式控制，后续还会采用Biricha软件工具支持的模型
- 优化功率MOSFET选择
- 基于用户I/O规范的固件交付
- 具有通用DPC架构的完整源代码
- STM32CubeMX FW项目兼容多个工具链

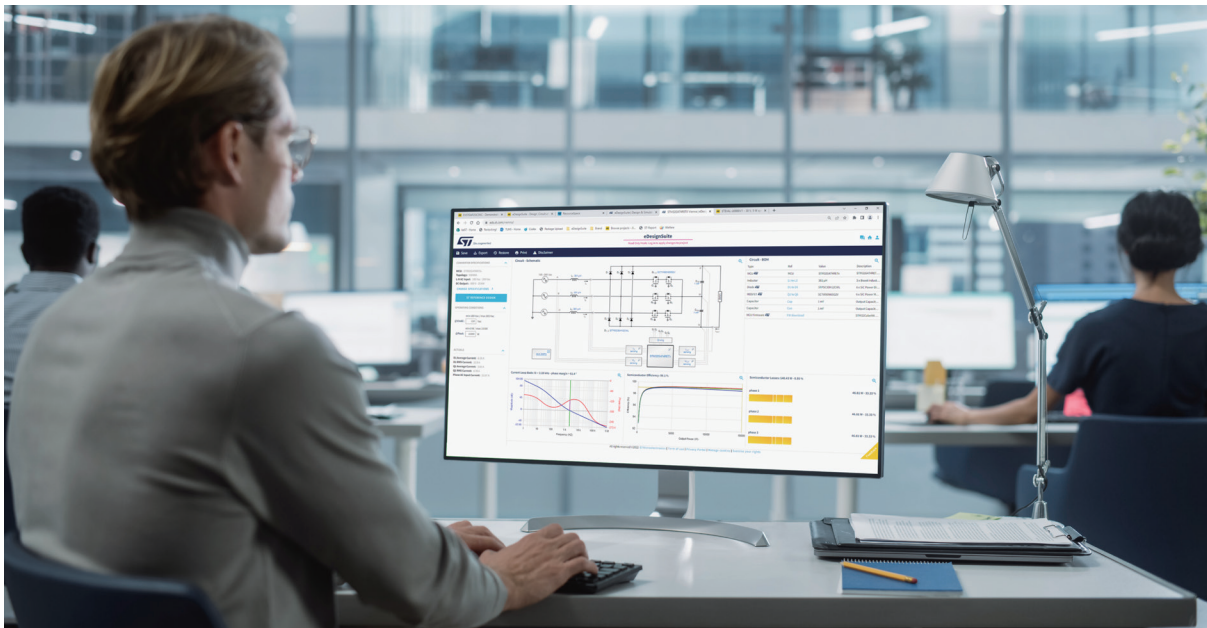
## 数字电源工作台

我们全新的数字电源工作台支持在eDesignSuite上进行数字电源设计和仿真。

该软件工具通过为功率级（有助于快速实现所需的效率目标）和数字反馈控制回路提供分步优化设计流程，大幅减少开发数字电源转换器的工作量和时间，达到预期的闭环性能，并最终为目标STM32微控制器生成固件。



eDesignSuite



交错ZVS图腾柱PFC

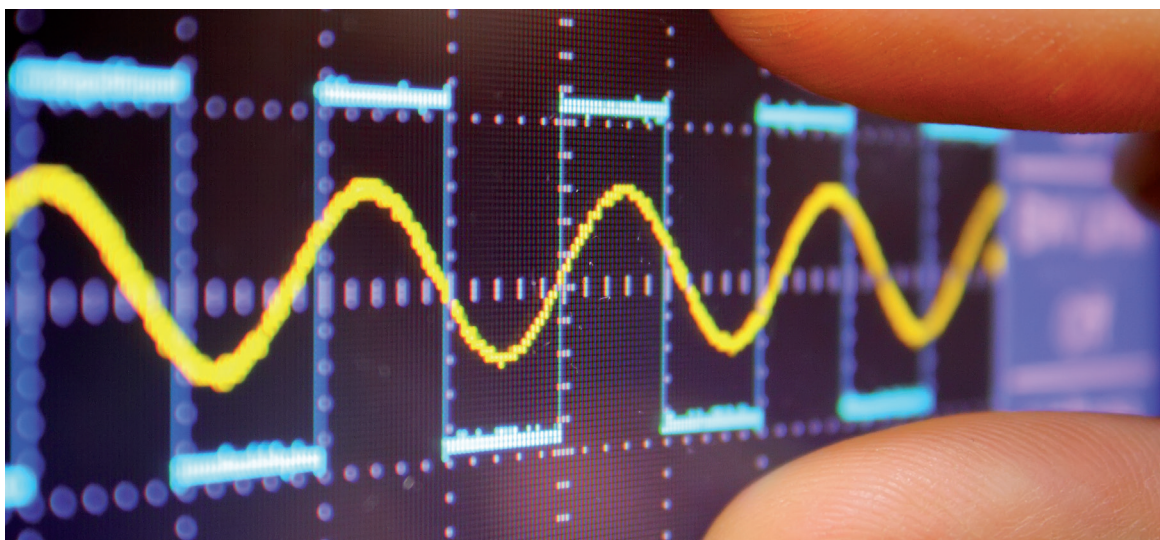
LLC FB谐振变换器

DAB-双有源桥式转换器

T型三电平变换器

Vienna整流器





## ST PLD

### Biricha的数字PFC设计软件（面向STM32）

Biricha与意法半导体合作推出一款特别的“PLD - PFC 环路设计工具”，与STM32系列MCU配合使用。这款免费的ST PLD设计工具允许用户快速稳定各自由STM32 MCU控制的数字PFC级。

用户在ST PLD中输入自己的规格，软件会自动选择补偿器的极点、零点，并计算控制器系数，同时让您掌控整个过程的每一个阶段。

## ST WDS

### 面向STM32的电源设计工具由Biricha提供

Biricha与意法半导体合作推出一款特别的“WDS - 电源设计工具”，与意法半导体的STM32系列MCU配合使用。这款免费使用的ST WDS设计工具允许用户快速稳定各自由STM32 MCU控制的数字电源。

用户只需选择自己的拓扑，然后将自己的输入/输出规范填入ST WDS中。软件会自动选择补偿器的极点、零点以及控制器系数，同时让您掌控整个过程的每一个阶段。

### 主要特性和优势

- ST PLD专为需要设计PFC级的工程师而创建
- 面向升压PFC级自动计算极点和零点以及功率级组件
- 先进的控制算法通过面向STM32系列MCU的自动系数计算稳定数字电源

### 主要特性和优势

- ST WDS是一种功能齐全的工具箱，面向数字电源设计工程师
- 只需几分钟就能设计和稳定数字PSU控制回路
- 面向流行的拓扑自动计算极点和零点以及功率级组件
- 先进的控制算法通过面向STM32系列MCU的自动系数计算稳定数字电源
- 时域和频域模拟，能够在模拟数据上叠加实际测量值



适用于PSU的ST-WDS软件

<https://www.biricha.com/st-wds.html>

面向PFC的ST-PLD软件超链接:

<https://www.biricha.com/st-pld.html>

# 评估板与参考设计

全面的评估板和参考设计，让您在真实生活条件下评估意法半导体产品的性能和效率。

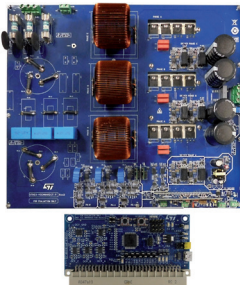


STDES – 参考设计	STEVAL – 评估板	EVAL、EVL、EV – 评估板	探索套件
参考设计涵盖各种应用领域，演示产品功能并简化开发。	功能齐全的系统评估： 高功率密度参考板具有优越的系统性能。	功能齐全的产品评估： 参考板能够展示产品的所有功能。	主要特性原型： STM32产品演示板具有特定的应用重点。

## STDES-VRECTFD

### 带有数字电源控制的15 kW Vienna PFC整流器参考设计

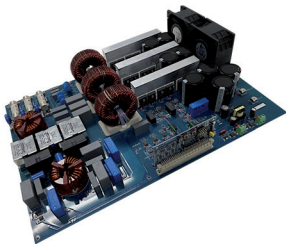
该参考设计是一款完整的解决方案，面向基于Vienna拓扑的大功率三相AC/DC整流器应用。它通过STM32G474RET3 MCU实现全数字控制，并提供数字输出电压调节和连续导通模式（CCM）电流调节，以获得与总谐波失真和功率因数相关的理想电能质量。



## STDES-30KWVRECT

### 带有数字电源控制的30 kW Vienna PFC整流器参考设计

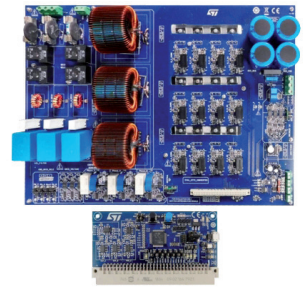
该数字电源解决方案基于三电平Vienna拓扑，适用于大功率三相有源前端整流器应用。该平台采用SCTWA90N65G2V-4和STPSC40H12C碳化硅MOSFET以及分立器件，峰值效率超过98.5%。它采用STM32G474RET3混合信号高性能微控制器进行全数字式控制。



## STDES-PFCBIDIR

### 15 kW、三相、三电平有源前端双向逆变器，适合工业和电动汽车直流快速充电应用

三相AC-DC和DC-AC（800 VDC - 400 VAC）应用的参考设计非常适合大功率充电站、工业电池充电器和UPS的有源前端级。

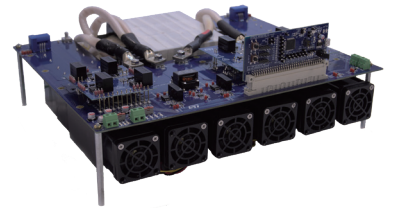


## STDES-DABBIDIR

### 面向电动车辆充电和电池储能系统的25 kW双有源桥双向功率转换器

该参考设计是基于ACEPACK 2碳化硅功率模块的双向DC-DC功率转换器，采用双有源桥（DAB）式拓扑。

STM32G474RE MCU支持实现数字密集型功率控制，并针对混合信号应用进行了优化，根据负载/电压变化，通过自适应调制技术管理软开关DAB行为。



## STEVAL-TTPFC01

### 99.3%效率、2 kW、3通道交错图腾柱PFC（带谐振ZVS数字控制）

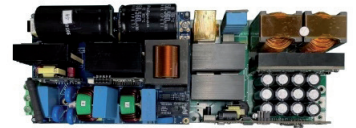
这种PFC解决方案兼具非常高的功率因数和较低的THD，使用三通道交错图腾柱拓扑和ZVS数字控制，具有99.3%的峰值效率。本设计基于ST MDmesh DM6超结功率MOSFET和STM32G474 MCU，实现了迟滞电流控制。



## STDES-3KWTLCP

### 带有数字电源控制的3 kW通信整流器参考设计

STDES-3KWTLCP是一款3 kW AC-DC转换器，专为通信整流器而设计。该参考设计在紧凑型解决方案中展示了非常高的功率密度（可达40 W/inch<sup>3</sup>），具有高峰值效率96.3%和较低THD失真（满载时的THD小于5%），并降低了材料成本。



## STDES-SICGP4

### 碳化硅MOSFET（采用HiP247-4封装）测试平台参考设计

本参考设计是为测试意法半导体碳化硅（SiC）MOSFET的高速开关性能而开发的测试平台。该平台实现了支持HiP247-4封装的半桥配置，且允许使用双脉冲测试方法测试MOSFET的开关性能。

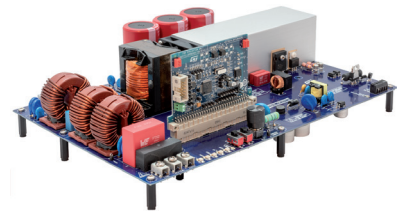




## STEVAL-DPSTPFC1

使用TN3050H-12WY和SCTW35N65G2V的3.6 kW图腾柱PFC，具有浪涌限流器参考设计

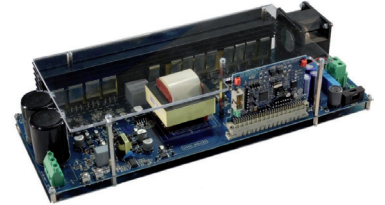
STEVAL-DPSTPFC1 3.6 kW无桥图腾柱升压电路通过浪涌限流实现了数字功率因数校正（PFC）。它能帮助您运用新款意法半导体电源套件器件实现创新型拓扑：碳化硅MOSFET（SCTW35N65G2V）、晶闸管SCR（TN3050H-12WY）、隔离型FET驱动器（STGAP2S），以及32位MCU（STM32F334）。



## STEVAL-DPSLLCK1

3 kW全桥LLC谐振数字电源评估套件

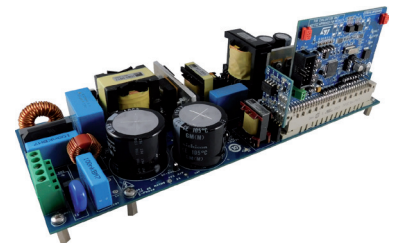
STEVAL-DPSLLCK1是一款具有输出同步整流功能的数字控制式3 kW全桥LLC谐振DC-DC变换器。该套件由电源板、数字控制板、适配器板，以及固件模块组成。



## STEVAL-LLL009V1

支持数字功率控制的300 W超高AC输入电压LED驱动器

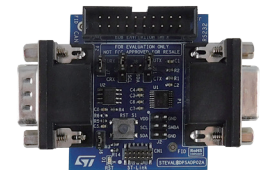
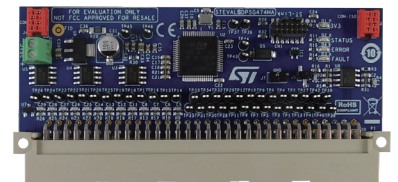
STEVAL-LLL009V1数字控制式300W电源由功率因数校正（PFC）和半桥LCC谐振转换器功率级组成。采用STM32F334R8微控制器实现DC-DC和输出同步整流数字控制，而PFC在过渡模式下由L6562AT控制器驱动。该解决方案支持在恒定电压和恒定电流下运行。



## STEVAL-DPSG474

基于STM32G474RE的数字电源控制板

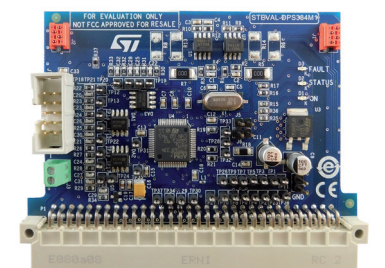
STEVAL-DPSG474数字电源控制板提供广泛的数字电源应用所需的全部PWM控制信号、传感网络，以及保护特性。一块适配器板提供不同的通信接口，并允许通过标准的20引脚JTAG连接器对微控制器进行编程。



## STEVAL-DPS334C1

基于STM32F334的数字电源控制板

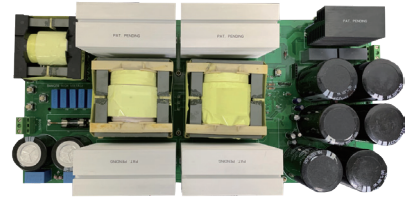
STEVAL-DPS334C1是一款数字电源控制套件，由基于STM32F334R8微控制器系列的主板和用于对微控制器进行编程的适配器板组成。



## STDES-6KWHVDCDC

### 面向电动车辆充电的6 kW高压DC-DC转换器

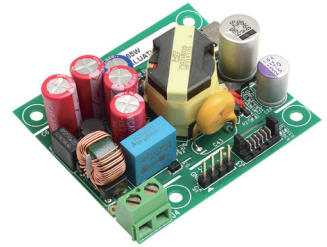
本参考设计包括一个全桥数字控制式LLC谐振转换器。LLC变压器输出配置可在中心抽头和全波之间互换，通过频率折返方案以确保200-1000 V输出电压范围。



## EVLONE65W

### 超高功率密度充电器 - 65 W USB Type-C®功率传输

EVLONE65W是一款基于ST-ONE和MASTERGAN4的高功率密度USB Power Delivery板件，带有RM8变压器。它支持USB Power Delivery 3.1 PPS 3.3 - 16V @3.75 A和3.3 - 21 V @3.25 A，具有宽泛的输入电压范围。峰值效率94%；功率密度为30 W/in<sup>3</sup>；重量为66 g（2.3 oz）。



## STDES-65ACFADP

### 65 W USB Power Delivery充电器采用平面变压器

STDES-65ACFADP是一款基于ST-ONE和MASTERGAN2的高功率密度USB Power Delivery参考设计，带有平面变压器。它支持USB Power Delivery 3.1功率配置，输入电压范围90 - 264 V交流电。尺寸为54x31x25 mm，功率密度30 W/in<sup>3</sup>。



## EVLONEMP

### 超高功率密度板 - 65W多端口（USB Type-C和USB Type-A）供电，基于ST-ONEMP和MASTERGAN4

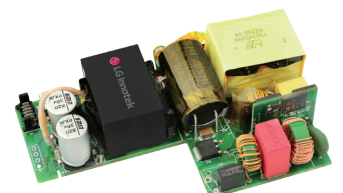
EVLONEMP是一款功率密度出众的USB power Delivery多端口板，具有USB Type-A端口和支持可编程电源（PPS）的USB Type-C®端口。该设计支持多种输入电压，可在Type-A端口上提供10 W（5 V@2 A）的功率，并在Type-C端口上提供五个固定PDO和两个APDO。



## EVLONE140W

### 140W经USB-PD3.1 EPR认证的参考设计，基于ST-ONEHP和MASTERGAN1

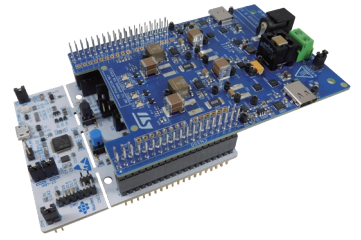
EVLONE140W是首批根据USB-PD 3.1 EPR标准认证的参考设计之一。它支持多种输入电压，可以在5 A时提供四个SPR输出、一个EPR输出和一个高达28 V的AVS输出。



## STEVAL-2STPD01

### USB Type-C Power Delivery双端口适配器基于STPD01可编程降压转换器

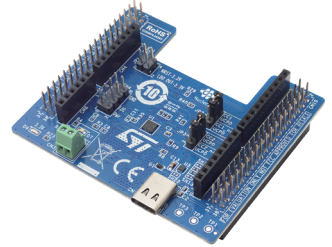
STEVAL-2STPD01评估套件由一个扩展板（包含两个Type-C端口并集成两个STPD01PUR可编程降压转换器，用于USB电源传输）和NUCLEO-G071RB STM32 Nucleo-64开发板组成。



## X-NUCLEO-SRC1M1

### USB Type-C Power Delivery供电扩展板，基于STM32 Nucleo的TCPP02-M18

X-NUCLEO-SRC1M1扩展板允许评估面向USB Type-C™的TCPP02-M18的特性、VBUS的保护功能，以及适用于供电应用的CC线路。



## EVL012LED

### 使用STNRG012的200 W LED驱动器

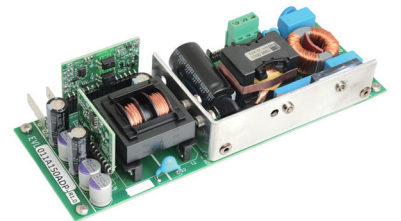
EVL012LED LED驱动器板采用STNRG012控制器，管理前端PFC预调节器和后级谐振半桥变换器。它具有输入电压范围90-277 V交流电、输出电压范围36-56 V直流电、最大输出电流3.6A、最大功率200 W、非常高的效率（>93%），以及非常出色的功率因数。



## EVL011A150ADP

### 12 V-150 W电源，基于STNRG011A

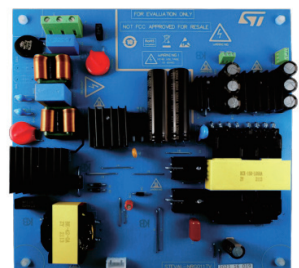
EVL011A150ADP是一款面向90 V至264 V交流市电的评估板，是AC-DC变换器的代表，适用于一体化（AIO）计算机或通用高功率适配器。本设计基于STNRG011A数字组合控制器，控制两级AC-DC SMPS



## STEVAL-NRG011TV

### 基于STNRG011数字组合的LED电视200W电源

STEVAL-NRG011TV是一款200 W LED电视开关电源，提供12V稳压输出电压（用于MCU供电和音频系统应用）和65V输出电压（用于LED背光照明）。本设计基于STNRG011数字组合控制器，控制两级AC-DC SMPS。

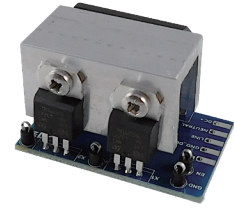




## STEVAL-SCR002V1

### 用于有源AC-DC桥式整流器的浪涌限流器

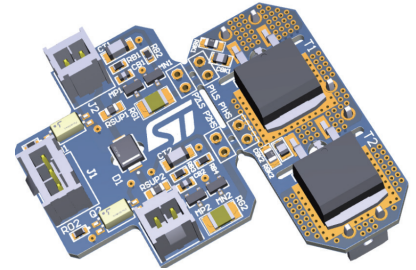
即插即用的STEVAL-SCR002V1引入了创新的AC-DC前端电路，能够通过TN1605H-6T高温SCR实现浪涌限流，提高了功率转换器的效率、紧凑性，并降低了材料成本。



## STDES-DIS001V1

### 高压400V总线主动放电参考设计

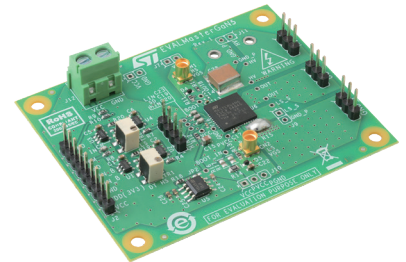
通过STDES-DIS001V1参考设计，您可对作为放电开关的可控硅整流器TN4035HA进行评估。届时，可将连接在400 V总线上的电容放电至3 mF（最大800 V）。



## EVALMASTERGANx

### 具有两个650 V增强模式GaN HEMT的MASTERGANx高功率密度半桥高压驱动器演示板

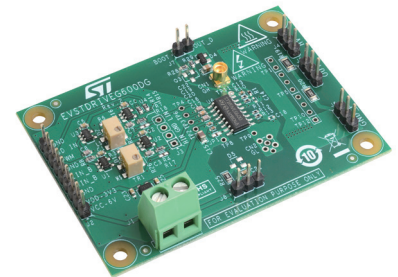
EVALMASTERGANx板是一款易于使用且适应的工具，用于评估MASTERGANx的品质，无需完整的PCB设计就可以快速创建新的拓扑。



## EVSTDRIVEG600DG

### 适用于配备增强模式GaN HEMT的STDRIVEG600 600V高速半桥栅极驱动器的演示板

EVSTDRIVEG600DG是一款易于使用的板件，用于评估STDRIVEG600（驱动650 V e-Mode GaN开关）的特性。



## EVSTDRIVEG600DM

### 装配MDmesh DM2功率MOSFET的STDRIVEG600 600V高速半桥栅极驱动器演示板

EVSTDRIVEG600DM是一款易于使用的板件，用于评估通过快速恢复二极管驱动600V MDmesh DM2功率MOSFET的STDRIVEG600的特性。



## EVALSTGAP1BS/...2HSCM/...2HSM/...2SCM/...2SICS/...2SICSC/...2SM/ EVSTGAP2SICSN/...2SICSNC

### STGAP2SICS和STGAP2SICSC隔离式4 A单栅极驱动器演示板

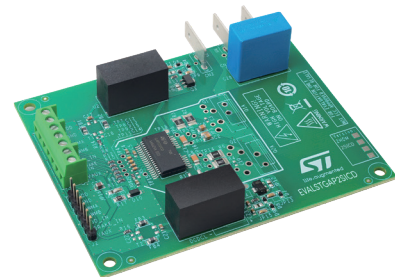
该板件系列支持在驱动额定电压范围1200 V至1700 V的半桥功率级时评估STGAP单通道器件的所有功能。其组件易于获取和改进，便于在不同应用条件下轻松进行性能评估，并精细调整最终应用的材料清单。



## EVALSTGAP2DM/...2HDM/...2SICD

### 面向STGAP2DM/STGAP2HDM/STGAP2SICD隔离式4 A半桥栅极驱动器的演示板

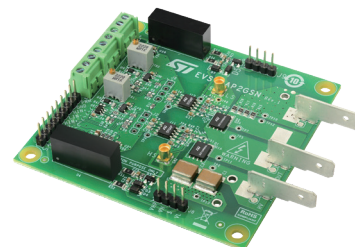
该系列板件支持评估STGAP2DM、STGAP2HDM以及STGAP2SICD隔离式双栅极驱动器。该栅极驱动器的特点是具有4 A的电流能力和轨到轨输出，因此该器件还适用于大功率应用，例如配备碳化硅功率器件的工业应用中的电机驱动器。



## EVSTGAP2GS/EVSTGAP2GSN

### 带增强型GaN晶体管的STGAP2GS/STGAP2GSN隔离式单栅极驱动器演示板

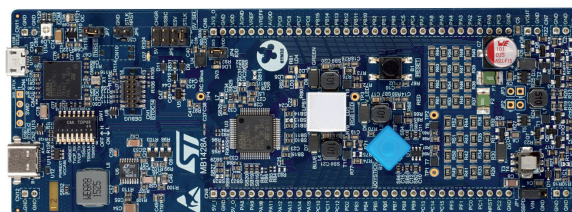
该系列板件支持评估STGAP2GS和STGAP2GSN隔离式单栅极驱动器。凭借2 A灌电流和3 A拉电流能力，以及轨到轨输出，该栅极驱动器还适合中高功率的逆变器应用，如使用GaN功率器件的功率变换和电机驱动逆变器等工业应用。



## B-G474E-DPOW1

### 探索套件，采用STM32G474RE MCU

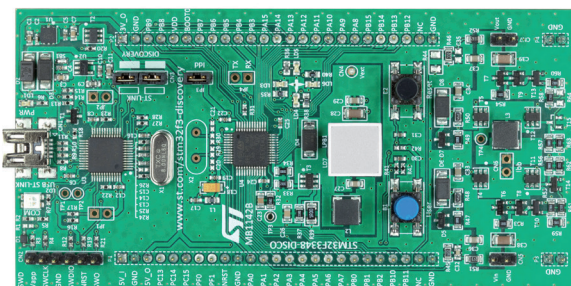
B-G474E-DPOW1探索套件是一款数字电源解决方案和完整的演示和开发平台，面向STM32G474RET6微控制器。基于USB 2.0 FS Type-C®连接器接口的B-G474E-DPOW1探索套件利用面向HRTimer的新功能、96 KB的嵌入式RAM存储器、数学加速器功能和MCU提供的USB-Power Delivery 3.0，运用数字电源（如降压-升压转换器、RGB电源LED照明或D类音频放大器）帮助用户实现应用原型制作。



## 32F3348DISCOVERY

### 探索套件，采用STM32F334C8 MCU

该探索套件有助于发现STM32F334系列微控制器的数字电源特性，并轻松开发自己的应用，帮助初学者和有经验的用户快速入门。它包含ST-LINK/V2-1嵌入式调试工具接口和高亮度LED调光功能（带降压转换器、降压/升压转换器、LED和按钮）。











# 在意法半导体 我们创造技术 从为您服务开始

关于意法半导体产品和解决方案的更多信息，请访问[www.st.com](http://www.st.com)

© STMicroelectronics - 2024年5月 - 中国印刷 - 保留所有权利  
ST和ST徽标是STMicroelectronics International NV或其附属公司在欧盟和/或其他地区的注册和/或未注册商标。  
具体而言，ST及ST徽标已在美国专利商标局注册。  
若需意法半导体商标的更多信息，请参考[www.st.com/trademarks](http://www.st.com/trademarks)。  
其他所有产品或服务名称是其各自所有者的财产。

