

在无动态功率控制的应用中使用AD5755和类似的动态功率控制DAC

作者: David Rice

简介

本应用笔记介绍如何在不需要动态功率控制(DPC)功能的应用中使用AD5755和其他类似的工业DAC。

这组产品由5个工业DAC组成, 提供多种选项以满足不同的应用。表1罗列并重点介绍了每个DAC的特性。

DPC工作时检测电流输出引脚上的负载, 然后仅提供需要的功率。为实现这一目标, 可使用AD5755(举例来说)控制DC-DC转换器, 将5 V电源提升至7.4 V和29.5 V之间。

DPC在宽负载范围的系统中特别有用, 包括短路条件(0 Ω负载至接地); 电源在芯片内部产生全部功耗。在非DPC系统中, 它可使IC温度上升, 从而使总系统温度上升。

有些低功耗应用可能不需要动态功率控制。这种情况下, 设计中不采用DC-DC转换器。这样可以减少外部元器件数, 且对于需要用到AD5755四通道特性的空间受限型应用而言极为有用。

本应用笔记描述了两种DC-DC转换器的替代方法。第一种方法使用外部PMOS来限制片内功耗。第二种方法直接为DAC上电, 所有功耗直接在芯片内部产生。每种方法均介绍了设置, 并计算片内和片外总功耗。

图1. AD5755和类似的动态功率控制DAC

ADC	产品特性
AD5755	16位、四通道、电流和电压输出DAC
AD5755-1	16位、四通道、电流和电压输出DAC, 集成HART连接
AD5735	12位、四通道、电流和电压输出DAC
AD5757	16位、四通道、电流输出DAC, 集成HART连接
AD5737	12位、四通道、电流输出DAC, 集成HART连接

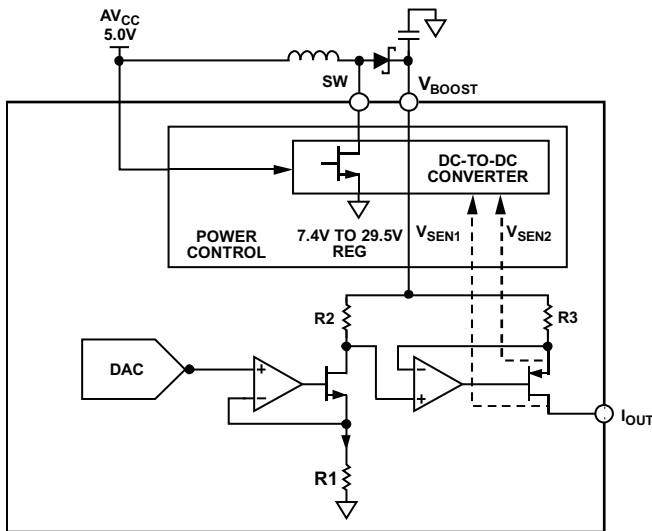


图1. 集成动态功率控制的AD5755

目录

简介.....	1	方法1—使用外部PMOS.....	3
修订历史.....	2	方法2—将 V_{BOOST} 与 AV_{DD} 相连.....	6

修订历史

2014年3月—修订版0：初始版

方法1—使用外部PMOS

作为DC-DC转换器的替代方案，外部PMOS晶体管可用于限制片内功耗，但不会降低整个系统的功耗。PMOS电路采用AD5755、AD5735和AD5755-1构建，如图2所示。

V_{BOOST} 上电必须同时满足电压和电流输出范围。只要在 V_{BOOST} 和表2等式中的输出之间保持足够的裕量， V_{BOOST} 便可连接至 AV_{DD} 。

SW_x 和 $COMP_{\text{DCDC}_A}$ 引脚保持开路。将 AV_{CC} 连接至 DV_{DD} 。这样做可以保持 AV_{CC} 引脚上的电压高于大部分负电源(AV_{SS} 或0 V，仅适用于AD5755-1、AD5737和AD5757)。若 AV_{CC} 引脚电压等于或低于大部分负电压，则可能会发生闩锁。 AV_{CC} 和 V_{BOOST} 供电轨的建议电源请参见表2。所有其他引脚均以使用动态功率控制功能时的同样方式设置。详情请参见产品数据手册中的“引脚配置”部分和“布局指南”部分。

V_{BOOST} 通过外部供电，且齐纳二极管将外部PMOS栅极电压保持在 V_{BOOST} ——即齐纳电压。这意味着大部分通道功耗发生在外部PMOS晶体管上。

PMOS功耗可计算如下(使用最差情况数据):

$$V_{\text{BOOST}} = 33 \text{ V}$$

$$\text{Zener Voltage} = 5 \text{ V}$$

$$R_{\text{LOAD}} = 0 \ \Omega$$

$$I_{\text{OUT}} = 24 \text{ mA}$$

一个通道

片内功率

$$5 \text{ V} \times 0.024 \text{ A} = 0.12 \text{ W}$$

片外功率

$$28 \text{ V} \times 0.024 \text{ A} = 0.672 \text{ W}$$

四个通道

片内功率

$$0.12 \text{ W} \times 4 = 0.48 \text{ W}$$

片外功率

$$0.672 \text{ W} \times 4 = 2.688 \text{ W}$$

本节的计算未考虑AD5755的静态电流；表3包含计算最大功率的电流，以及AD5755允许的环境温度。由计算可知，等式中 V_{BOOST} 为5 V。功率的其余部分在PMOS片外耗散。

AN-1289

选择R1时，功率保持在较低水平很重要。本例中， $R1 = 1\text{M}\Omega$ ，电源电压为33 V。齐纳二极管上的压降为5 V。这意味着经过1 M Ω 电阻的电流为28 μA （已耗散0.784 mW）。选择PMOS

时，必须要能耐受 $-V_{\text{BOOST}}$ 的 V_{DS} 电压，并处理所需的功耗。通常PMOS对电流输出性能的影响十分小。

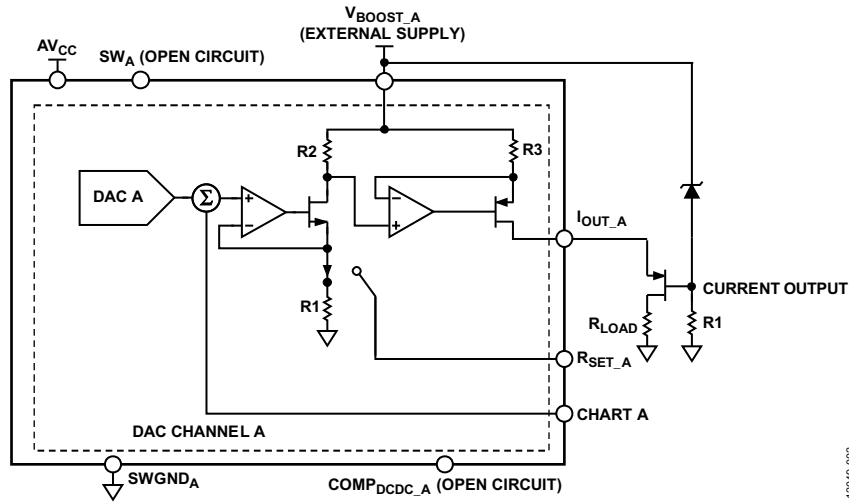


图2. 在AD5755-1上使用一个外部齐纳二极管配置一条通道

图3中的AD5757/AD5737提供专用引脚(IGATE_x)控制外部PMOS。因此,无需使用齐纳二极管。只有在不使用动态功率控制功能时,才使用IGATE_x引脚。它可将外部PMOS栅极电压保持在 $V_{\text{BOOST}} - 5\text{V}$,使外部PMOS承担大部分功耗。

选择PMOS时,必须要能耐受 $-V_{\text{BOOST}}$ 的 V_{DS} ,并处理所需的功耗。通常PMOS对电流输出性能的影响十分有限。

设置与计算过程和PMOS/齐纳二极管配置相同。

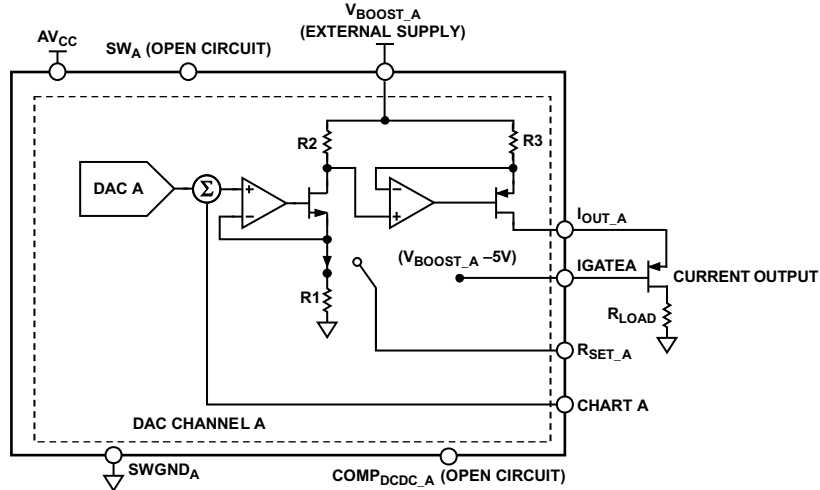


图3. 使用IGATE(AD5757或AD5737)配置一条通道

12049-003

方法2—将 V_{BOOST} 与 AV_{DD} 相连

虽然方法2不需要额外的元器件，但所有功耗都发生在片内。若使用本方法，那么用户必须留意允许的最大功耗以及环境温度。超过数据手册中的绝对最大额定值可能会损坏器件。

V_{BOOST} 上电必须同时满足电压和电流输出范围。只要在 V_{BOOST} 和表2等式中的输出之间保持足够的裕量， V_{BOOST} 便可连接至 AV_{DD} 。

SW_{x} 和 $COMP_{\text{DCDC_A}}$ 引脚保持开路。将 AV_{CC} 连接至 DV_{DD} 。这样做可以保持 AV_{CC} 引脚上的电压高于大部分负电源(AV_{SS} 或0 V，仅适用于AD5755-1、AD5737和AD5757)。若 AV_{CC} 引脚电压等于或低于大部分负电压，则可能会发生闩锁。 AV_{CC} 和 V_{BOOST} 供电轨的建议电源请参见表2。所有其他引脚均以使用动态功率控制功能时的同样方式设置。详情请参见AD5755数据手册中的“引脚配置”部分和“布局指南”部分。

注意，如果未使用动态功率控制，则了解功耗的影响将具有更重要的意义。

AD5755采用64引脚、9 mm × 9 mm LFCSP封装。热阻 θ_{JA} 为28°C/W。必须确保器件在不超过结温限值(125°C)的情况下工作。

最差条件是指AD5755在最大 V_{BOOST} (33 V)下工作，并且驱动最大电流(24 mA)至地($R_{\text{LOAD}} = 0\Omega$)。此外，还须考虑AD5755的静态电流。

表3的计算公式用于估算在这些最差条件下的最大功耗，并据此确定最大环境温度：这些数据假设已采用AD5755数据手册“布局布线指南”部分所述的正确布局和接地方法以将功耗降至最低，并参考AD5755数据手册中的工作电流额定值。

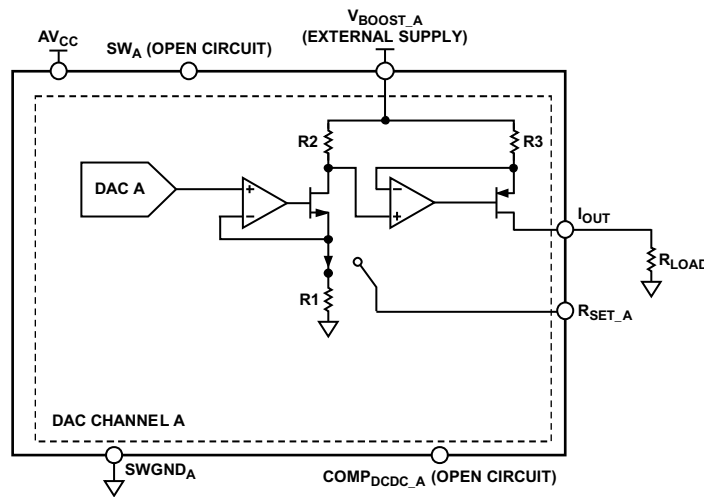


图4. 一条通道上无动态功率控制的AD5755

12049-004

表2. 电源变化

参数	建议最小/最大电压
AV _{CC}	DV _{DD} 至 5.5 V
V _{BOOST}	7.4 V(最小值)至33 V(最大值) 电流输出 $(I_{OUT} \times R_{LOAD}) + \text{裕量}$ 2.4 V裕量(典型值), 2.7 V裕量(最大值) 电压输出 15 V(典型值), V _{OUT} + 裕量(最大值) 2.2 V裕量(最大值)

表3. 散热和电源条件(假设AV_{SS} = -15 V, AV_{CC} = 5 V, AV_{DD}/V_{BOOST} = 33 V)

参数	计算
在85°C环境温度下工作的最大容许功耗	$\frac{T_{JMAX} - T_A}{\theta_{JA}} = \frac{125 - 85}{28} = 1.42 \text{ W}$
容许的最高环境温度——一条通道	AV _{DD} $33 \text{ V} \times 0.0075 \text{ A} = 0.2475 \text{ W}$ AV _{SS} $-15 \text{ V} \times 0.0017 \text{ A} = 0.0255 \text{ W}$ AV _{CC} $5 \text{ V} \times 0.001 \text{ A} = 0.005 \text{ W}$ V _{BOOST} ¹ (一条通道) $33 \text{ V} \times 0.025 \text{ A} = 0.825 \text{ W}$ 总计(一条通道) 1.103 W 温度上升 $1.103 \times 28 = 30.9^\circ\text{C}$ 最高环境温度 $125^\circ\text{C} - 30.9^\circ\text{C} = 94.1^\circ\text{C}$
容许的最高环境温度——四条通道	AV _{DD} $33 \text{ V} \times 0.0075 \text{ A} = 0.2475 \text{ W}$ AV _{SS} $-15 \text{ V} \times 0.0017 \text{ A} = 0.0255 \text{ W}$ AV _{CC} $5 \text{ V} \times 0.001 \text{ A} = 0.005 \text{ W}$ V _{BOOST} ¹ (四条通道) $(33 \text{ V} \times 0.025 \text{ A}) \times 4 = 3.3 \text{ W}$ 总计(四条通道) 3.578 W 温度上升 $3.578 \text{ W} \times 28 = 100.18^\circ\text{C}$ 最高环境温度 $125^\circ\text{C} - 100.18^\circ\text{C} = 24.816^\circ\text{C}$

¹包括1 mA V_{BOOST}静态电流。

注释