

# **ADC0802,DAC0800,DAC0802,DAC0808,LM4040**

*Application Note 1525 Single Supply Operation of the DAC0800 and DAC0802*



Literature Number: ZHCA255

# DAC0800和DAC0802的 单电源供电工作

美国国家半导体公司  
应用注释1525  
Nick Gray  
2006年9月



## 1.0摘要

DAC0800和DAC0802是具有电流参考源和互补电流输出的通用四象限乘法DAC（数字-模拟转换器）。从数据表中可以看到需要双极性（正向和负向）电源供电电压，但考虑到利用相对电势差，允许这些DAC仅采用正电压供电，包含单个正电源。本应用注释讨论了满足单电源供电的DAC0800和DAC0802正常工作所需要的正偏置电压。该原理同样也适用于DAC0808，这是一款具有单输出通路的两象限乘法DAC。

DAC0800具有的功能等价于业界标准的DAC-08，而DAC0802等价于业界标准的DAC-08A。DAC0808具有的功能等价于业界标准的MC1408。

**本应用注释适用的产品：**

DAC0800  
DAC0802  
DAC0808

## 2.0概述

表面上DAC0800、DAC0802和DAC0808确实很明显需要双极性电源来进行供电。但是，通过设定负电源接地，并将其他所有的电压都上移5V，这些DAC无需负电源便可正常工作。必要条件是所有与DAC关联的电压相互之间是正确的，以及可以保持正确的电流水平。

本应用注释对该文件中应用的DAC的工作或者指标特性不予讨论。若有疑问，请参见产品的数据表，可以获得该产品的更多相关信息。

这里提到的DAC0800也可以包含DAC0802，这是DAC0800的更为精确的版本。该原理也同样适用于DAC0808，除了一点要注意，DAC0808的引脚2是作为接地端而非非输出端使用。

## 3.0通常的偏置条件

只要相对电压是正确的，DAC0800便会正常工作。牢记这点，DAC0800周围的电势可以进行修改，如在表1中所示。

在引脚13的正电源电压V+必须至少为10V，应比引脚3的电源V-具有更高的正电压，且不应超过30V，以保证其正常工作。

对引脚16的电容连接无需作出任何修改。值得注意的是该电容应直接连至引脚3，然后应连接至负电源或者接地。

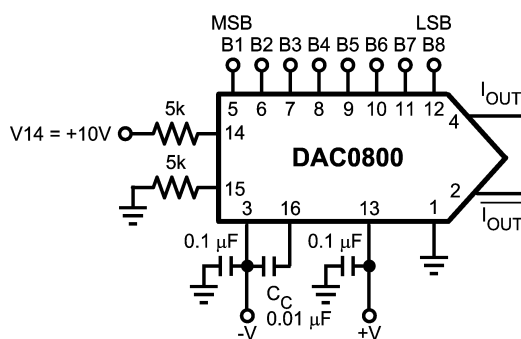
引脚1，即逻辑控制引脚，控制数字输入的逻辑阈值。在室温下数字输入的逻辑阈值大约比引脚1处电压

高出1.35V，在-55°C时约高出1.7V和125°C时约高出0.95V之间线性变化。本应用注释中假定采用为5V的TTL逻辑电平。

表1.DAC0800电压和电流

引脚	功能	正常工作的电压或者电流(或者范围)	新的电压或者电流(或者范围)
1	逻辑控制	0V	+5V
2	$\bar{I}_O$	-10V 至 +18V	(V-) + 5V to +28V
3	V-	-15V 至 5V	0V
4	$I_O$	-10V 至 +18V	(V-) +5 至 +28
5	B1 (MSB)	0V 至 0.8V (逻辑低电平)	5.0V 至 5.8V (逻辑低电平)
6	B2		
7	B3		
8	B4		
9	B5		
10	B6		
11	B7		
12	B8 (LSB)		
13	V+	+5V 至 +15V	0V 至 +20V
14	REF+	200 $\mu$ A 至 4 mA	200 $\mu$ A to 4 mA
15	REF-	0V 通过电阻	+5V 通过电阻
16	COMP	电容	电容

DAC0800的通用电路如图1所示。



20207701

图1.DAC0800的通用电路

对参考引脚14和15的要求是它们至少要比负电源供电引脚3高出5V，与这两个引脚串联的电阻必须是等值的，这两个电阻值为  $(V_{14} - V_{15}) / I_{REF}$ ，这里V14和V15是在引脚14和15电阻回馈的电势。 $I_{REF}$ 是需要的参考电流，其等于在引脚4和引脚2处的最大输出电流值。

### 3.0 通常的偏置条件 (续)

这两个输出电流总和等于

$$I_{OUT} + \overline{I_{OUT}} = (2^n - 1) I_{REF} / 2^n$$

对于8bit, 该式变化为

$$I_{OUT} + \overline{I_{OUT}} = 255 I_{REF} / 256$$

$I_{OUT}$  随着数字代码和/或者参考电流的增加而增加,  
 $\overline{I_{OUT}}$  随着数字代码和/或者参考电流的增加而减少。

我们可以从图1中观察得到:

$$I_{REF} = (V14 - V15) / 5k$$

$$I_{REF} = (10V - 0V) / 5k = 2 \text{ mA}$$

### 4.0 单电源供电的电路修改

如果我们再次考虑相对电路的电势差并能维持正确的电流水平, 我们便可以根据需要对电路作出相应地修改。

#### 4.1 参考源的考虑

修改后的电路如图2所示。我们可以发现

$$I_{REF} = (V14 - V15) / 2.49k$$

$$I_{REF} = (10V - 5V) / 2.49k = 2.008 \text{ mA}$$

对于通常情况, 我们应用相同的参考电流。

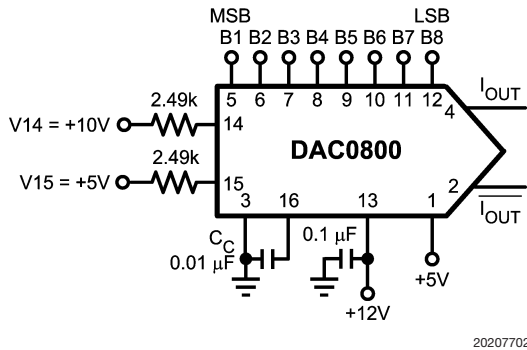


图2. 仅用正电源供电的DAC0800电路

#### 4.2 输出偏置

对DAC0800的其他要求是其输出引脚2和4的电势必须要比引脚3的电势至少高出5V。因为引脚3接地, 这些输出引脚电压不允许低于+5V。在无过量漏电流或击穿

条件下考虑输出晶体管能承受的引脚3上最大电压, 可以得出在表1中所示的最大输出电压为+28V。

#### 4.3 输入电平阈值

逻辑输入电平需要向上平移5V。这可通过在每个逻辑输入引脚处连接两个电阻来实现, 如图3所示。

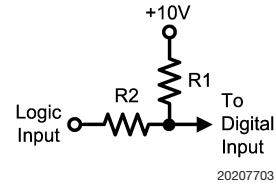


图3. 简单的数字输入电平位移电路

若用5V TTL器件驱动, 图3中的R1和R2分别是2.65k和3.3k。若用3.3VTTL器件驱动, R1和R2分别是3.48k和4.75k。这些电阻值根据偏置电压而变化, 并非是图3中所示的+10V。如果偏置电压是+12V, R1和R2分别为5.83k和4.75k, 这可用于3.3VTTL器件的驱动。

要求所有电阻和偏置电压的容差均为1%, 所以最好用一个参考源作为偏置电压。

#### 4.4 输出考虑

DAC0800具有一个电流输出。数据表说明如何连接一个放大器至输出端以得到电压输出。请牢记不允许DAC0800输出转变为低于引脚3上电压超过5V的电势。这意味着在其输出端的一个运算放大器必须有到非反相输入端的返回电压, 至少为+5V, 导致运算放大器的最小输出电压为+5V。在某些情况下, 这可以是接受的, 但是在大多数情况下更希望是拥有零伏特的最小输出电压。

可以通过增加一个齐纳二极管与输出串联, 通过从输出中减去偏置电压, 最终来获得最小为零伏特的输出。但齐纳二极管通常具有大容差和高温度系数。使用LM4040-5.0代替齐纳二极管可以提供相同的减法功能。但是其具有更高的容差以及更低的温度漂移。如图4所示的电路为一个典型实例, 电路中DAC0800的输出偏置为5V。

## 4.0单电源供电的电路修改(续)

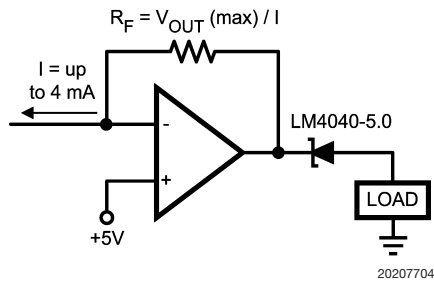


图4.具有失调纠正功能的电流至电压转换器

关于图4中的电路有两点值得注意。即使使用一个轨到轨输出的放大器，正电源的电压仍要高于放大器的最大输出电压。否则输出达到或者接近满幅的情况下会出现线性问题。

其二，流经LM4040-5.0最大的电流为1.5mA，这会将负载电流限制在该值。

其三，如果从放大器输出中减去5V是可靠的，那么LM4040-5.0在所有时间内都应具有100uA的最小电流。当放大器输出为5V时，没有充足的电流流经LM4040-5.0，从而在低负载电流时会产生不够精确的负载电压。换句话说，在低负载电流情况下不能将负载电压减为零。最小电压将会是负载阻抗和每个LM4040-5.0的函数。由此原因，该电路不适和对于负载电流减少至低于100毫安培的一个确定值的实际应用。

## 4.5完整的电路实例

图5显示了一个完整的正电源供电的电路解决方案，提供的输出电压范围为0至5V。运算放大器是轨到轨输出类型，可以在极低输出电压时将它的输出误差降至最低。运算放大器的正电源电压应大于其最大输出电压。

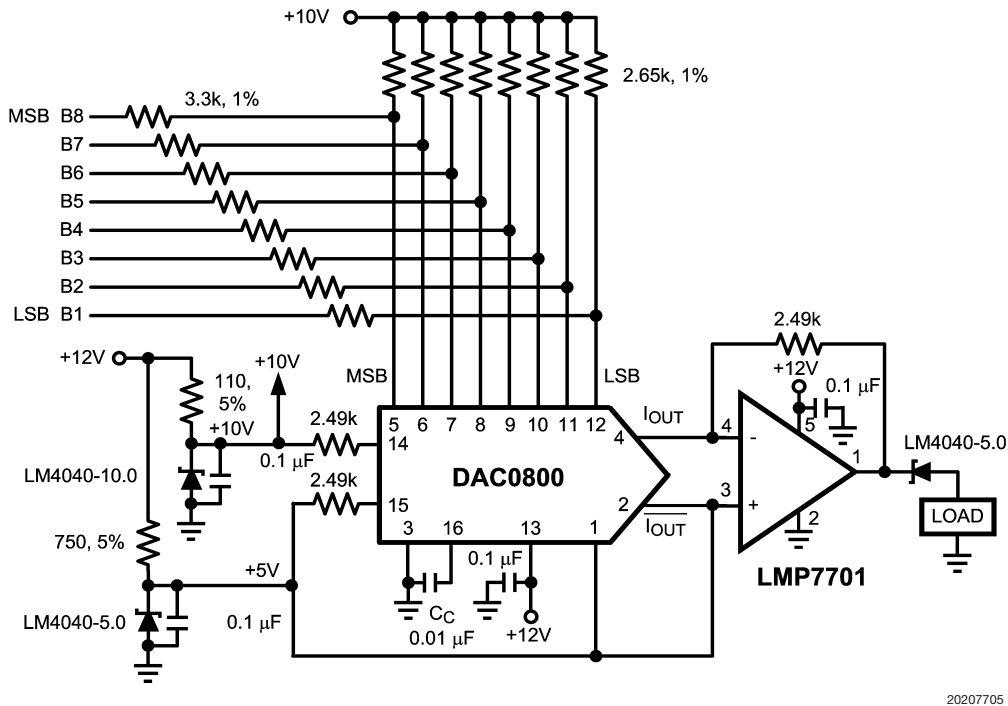


图5.一个完整的单电源供电DAC0800设计，输出为0V至5V

## 5.0总结

DAC0800是一款通用型的数字-模拟转换器，具有广泛的用途。其缺点是仍需要一个负电源。然而，对于任

何电子器件而言最重要的是其相对电势差和正确的工作电流，所以还是可以找到适当的方法来消除对负电源的需要。

## 注释

对于上述任何电路的使用，美国国家半导体公司不承担任何责任且不默示任何电路专利许可。美国国家半导体公司保留随时更改上述电路和规格的权利，恕不另行通知。  
想了解最新的产品信息，请访问我们的网址：[www.national.com](http://www.national.com)。

**生命支持策略**

未经美国国家半导体公司的总裁和首席律师的明确书面审批，不得将美国国家半导体公司的产品作为生命支持设备或系统中的关键部件使用。特此说明：

1. 生命支持设备/系统指：(a) 打算通过外科手术移植到体内的生命支持设备或系统；(b) 支持或维持生命，依照使用说明书正确使用，有理由认为其失效会造成用户严重伤害。
2. 关键部件是在生命支持设备或系统中，有理由认为其失效会造成生命支持设备/系统失效，或影响生命支持设备/系统的安全性或效力的任何部件。

**禁用物质合规**

美国国家半导体公司制造的产品和使用的包装材料符合《消费产品管理规范（CSP-9-111C2）》以及《相关禁用物质和材料规范（CSP-9-111S2）》的条款，不包含CSP-9-111S2限定的任何“禁用物质”。  
无铅产品符合RoHS指令。



**National Semiconductor**  
Americas Customer  
Support Center  
Email: [new.feedback@nsc.com](mailto:new.feedback@nsc.com)  
Tel: 1-800-272-9959

[www.national.com](http://www.national.com)

**National Semiconductor**  
Europe Customer Support Center  
Fax: +49 (0) 180-530 85 86  
Email: [europa.support@nsc.com](mailto:europa.support@nsc.com)  
Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208  
English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171  
Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

**National Semiconductor**  
Asia Pacific Customer  
Support Center  
Email: [ap.support@nsc.com](mailto:ap.support@nsc.com)

**National Semiconductor**  
Japan Customer Support Center  
Fax: 81-3-5639-7507  
Email: [jpn.feedback@nsc.com](mailto:jpn.feedback@nsc.com)  
Tel: 81-3-5639-7560

## 重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权在不事先通知的情况下, 随时对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权随时中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的硬件产品的性能符合TI 标准保修的适用规范。仅在TI 保证的范围内, 且TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非政府做出了硬性规定, 否则没有必要对每种产品的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了TI 产品或服务的组合设备、机器、流程相关的TI 知识产权中授予的直接或隐含权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于TI 的产品手册或数据表, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。在复制信息的过程中对内容的篡改属于非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。

在转售TI 产品或服务时, 如果存在对产品或服务参数的虚假陈述, 则会失去相关TI 产品或服务的明示或暗示授权, 且这是非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类虚假陈述不承担任何责任。

TI 产品未获得用于关键的安全应用中的授权, 例如生命支持应用(在该类应用中一旦TI 产品故障将预计造成重大的人员伤亡), 除非各方官员已经达成了专门管控此类使用的协议。购买者的购买行为即表示, 他们具备有关其应用安全以及规章衍生所需的所有专业技术和知识, 并且认可和同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由TI 提供, 但他们将独力负责满足在关键安全应用中使用其产品及TI 产品所需的所有法律、法规和安全相关要求。此外, 购买者必须全额赔偿因在此类关键安全应用中使用TI 产品而对TI 及其代表造成的损失。

TI 产品并非设计或专门用于军事/航空应用, 以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品属于“军用”或“增强型塑料”产品。只有TI 指定的军用产品才满足军用规格。购买者认可并同意, 对TI 未指定军用的产品进行军事方面的应用, 风险由购买者单独承担, 并且独力负责在此类相关使用中满足所有法律和法规要求。

TI 产品并非设计或专门用于汽车应用以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品符合ISO/TS 16949 要求。购买者认可并同意, 如果他们在汽车应用中使用任何未被指定的产品, TI 对未能满足应用所需要求不承担任何责任。

可访问以下URL 地址以获取有关其它TI 产品和应用解决方案的信息:

	产品		应用
数字音频	<a href="http://www.ti.com.cn/audio">www.ti.com.cn/audio</a>	通信与电信	<a href="http://www.ti.com.cn/telecom">www.ti.com.cn/telecom</a>
放大器和线性器件	<a href="http://www.ti.com.cn/amplifiers">www.ti.com.cn/amplifiers</a>	计算机及周边	<a href="http://www.ti.com.cn/computer">www.ti.com.cn/computer</a>
数据转换器	<a href="http://www.ti.com.cn/dataconverters">www.ti.com.cn/dataconverters</a>	消费电子	<a href="http://www.ti.com/consumer-apps">www.ti.com/consumer-apps</a>
DLP® 产品	<a href="http://www.dlp.com">www.dlp.com</a>	能源	<a href="http://www.ti.com/energy">www.ti.com/energy</a>
DSP - 数字信号处理器	<a href="http://www.ti.com.cn/dsp">www.ti.com.cn/dsp</a>	工业应用	<a href="http://www.ti.com.cn/industrial">www.ti.com.cn/industrial</a>
时钟和计时器	<a href="http://www.ti.com.cn/clockandtimers">www.ti.com.cn/clockandtimers</a>	医疗电子	<a href="http://www.ti.com.cn/medical">www.ti.com.cn/medical</a>
接口	<a href="http://www.ti.com.cn/interface">www.ti.com.cn/interface</a>	安防应用	<a href="http://www.ti.com.cn/security">www.ti.com.cn/security</a>
逻辑	<a href="http://www.ti.com.cn/logic">www.ti.com.cn/logic</a>	汽车电子	<a href="http://www.ti.com.cn/automotive">www.ti.com.cn/automotive</a>
电源管理	<a href="http://www.ti.com.cn/power">www.ti.com.cn/power</a>	视频和影像	<a href="http://www.ti.com.cn/video">www.ti.com.cn/video</a>
微控制器 (MCU)	<a href="http://www.ti.com.cn/microcontrollers">www.ti.com.cn/microcontrollers</a>		
RFID 系统	<a href="http://www.ti.com.cn/rfidsys">www.ti.com.cn/rfidsys</a>		
OMAP 机动性处理器	<a href="http://www.ti.com/omap">www.ti.com/omap</a>		
无线连通性	<a href="http://www.ti.com.cn/wirelessconnectivity">www.ti.com.cn/wirelessconnectivity</a>		
	德州仪器在线技术支持社区		<a href="http://www.deyisupport.com">www.deyisupport.com</a>

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道 1568 号, 中建大厦 32 楼 邮政编码: 200122  
Copyright © 2011 德州仪器 半导体技术(上海)有限公司