

### 产品特性

自动切换的集成式恒流和恒压模式

充电和放电模式

精密电压和电流测量

集成精密控制反馈模块

PWM或线性功率转换器的精密接口

可编程增益设置

电流检测增益: 26、66、133和200

电压检测增益: 0.2、0.27、0.4和0.8

可编程OVP和OCP故障检测

均流和电流平衡

出色的交流和直流性能

最大失调电压漂移: 0.6  $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$

最大增益漂移: 3 ppm/ $^\circ\text{C}$

电流检测放大器输入电压噪声很低:  $\leq 9 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$

电流检测CMRR: 126 dB(最小值, 增益 = 200)

兼容TTL逻辑

### 应用

电池化成和测试

电池模块测试

### 概述

AD8450是一款用于电池测试和监控的精密模拟前端和控制器。精密可编程增益仪表放大器(PGIA)测量电池充电/放电电流, 而可编程增益差分放大器(PGDA)测量电池电压(参见图1)。内部激光微调电阻网络设置PGIA和PGDA的增益, 并在额定温度范围内优化AD8450的性能。PGIA增益是26、66、133和200。PGDA增益是0.2、0.27、0.4和0.8。

ISET和VSET输入端的电压用来设置所需的恒定电流(CC)和恒定电压(CV)。CC到CV自动无缝切换。

MODE管脚(TTL逻辑电平)用于选择充电模式或放电模式(高电平为充电, 低电平为放电)。模拟输出VCTRL直接与ADI公司的ADP1972 PWM控制器对接。

AD8450集成电阻可编程过压和过流检测以及均流电路。均流用来在多个电池之间平衡电荷。

AD8450通过提供出色的精度、性能(全温度范围内)、灵活的功能以及整体可靠性来简化设计, 并具有节省空间的封装。AD8450采用80引脚、14 mm x 14 mm x 1 mm LQFP封装, 额定工作温度范围为 $-40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$ 。

功能框图

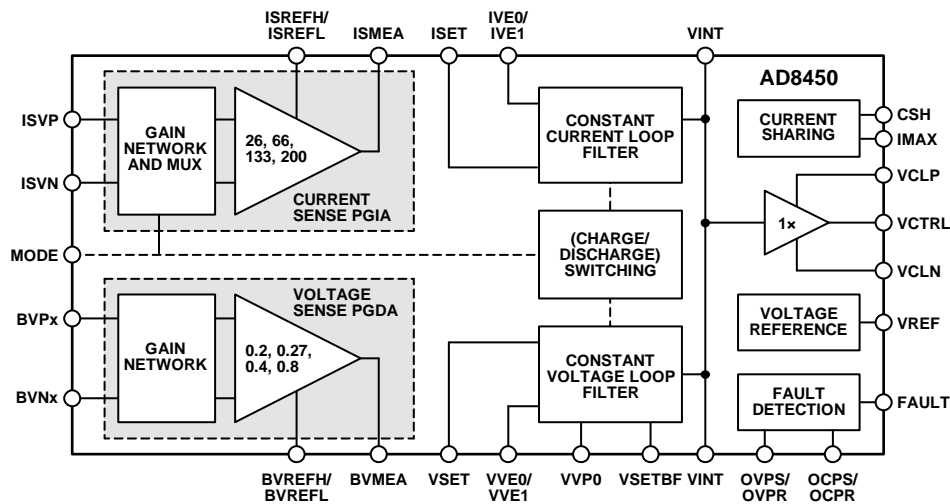


图1.

Rev. 0

### Document Feedback

Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Analog Devices for its use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from its use. Specifications subject to change without notice. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Analog Devices. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.  
Tel: 781.329.4700 ©2014 Analog Devices, Inc. All rights reserved.  
Technical Support [www.analog.com](http://www.analog.com)

ADI中文版数据手册是英文版数据手册的译文, 敬请谅解翻译中可能存在的语言组织或翻译错误, ADI不对翻译中存在的差异或由此产生的错误负责。如需确认任何词语的准确性, 请参考ADI提供的最新英文版数据手册。

## 目录

|                         |    |                                 |    |
|-------------------------|----|---------------------------------|----|
| 产品特性 .....              | 1  | 补偿 .....                        | 26 |
| 应用 .....                | 1  | VINT缓冲器 .....                   | 26 |
| 概述 .....                | 1  | MODE引脚, 充电和放电控制 .....           | 6  |
| 功能框图 .....              | 1  | 过流和过压比较器 .....                  | 27 |
| 修订历史 .....              | 2  | 均流总线 and IMAX 输出 .....          | 28 |
| 技术规格 .....              | 3  | 应用信息 .....                      | 29 |
| 绝对最大额定值 .....           | 8  | 功能描述 .....                      | 29 |
| 热阻 .....                | 8  | 电源连接 .....                      | 30 |
| ESD警告 .....             | 8  | PGIA连接 .....                    | 30 |
| 引脚配置和功能描述 .....         | 9  | PGDA连接 .....                    | 30 |
| 典型性能参数 .....            | 11 | 电池电流和电压控制输入 (ISET 和 VSET) ..... | 31 |
| PGIA特性 .....            | 11 | 环路滤波器放大器 .....                  | 31 |
| PGDA特性 .....            | 13 | 连接PWM控制器 (VCTRL 引脚) .....       | 31 |
| CC和CV环路滤波器放大器、非专用运算放大器和 |    | 过压和过流比较器 .....                  | 31 |
| VSET缓冲器 .....           | 15 | 逐步设计示例 .....                    | 32 |
| VINT缓冲器 .....           | 17 | 评估板 .....                       | 33 |
| 均流放大器 .....             | 18 | 简介 .....                        | 33 |
| 比较器 .....               | 19 | 特性和测试 .....                     | 33 |
| 基准电压源特性 .....           | 20 | 评估AD8450 .....                  | 34 |
| 工作原理 .....              | 21 | 原理图和PCB布局图 .....                | 36 |
| 简介 .....                | 21 | 外形尺寸 .....                      | 40 |
| 可编程增益仪表放大器 (PGIA) ..... | 23 | 订购指南 .....                      | 40 |
| 可编程增益差动放大器 (PGDA) ..... | 24 |                                 |    |
| CC和CV环路滤波器放大器 .....     | 24 |                                 |    |

## 修订历史

2014年1月—修订版0: 初始版

## 技术规格

除非另有说明, AVCC = +25 V, AVEE = -5 V; AVCC = +15 V, AVEE = -15 V; DVCC = +5 V; PGIA增益 = 26、66、133或200; PGDA增益 = 0.2、0.27、0.4或0.8;  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表1.

| 参数        | 测试条件/注释   | 最小值        | 典型值              | 最大值        | 单位                                    |
|-----------|---|------------|------------------|------------|---------------------------------------|
| 电流检测PGIA  |   |            |                  |            |                                       |
| 内部固定增益    |   |            | 26, 66, 133, 200 |            | V/V                                   |
| 增益误差      | $V_{ISMEA} = \pm 10\text{ V}$                         |            |                  | $\pm 0.1$  | %                                     |
| 增益漂移      | $T_A = T_{MIN}$ 至 $T_{MAX}$                           |            |                  | 3          | ppm/ $^\circ\text{C}$                 |
| 增益非线性度    | $V_{ISMEA} = \pm 10\text{ V}, R_L = 2\text{ k}\Omega$ |            |                  | 3          | ppm                                   |
| 失调电压(RTI) | 增益 = 200, ISREFH和ISREFL引脚接地                           | -110       |                  | +110       | $\mu\text{V}$                         |
| 失调电压漂移    | $T_A = T_{MIN}$ 至 $T_{MAX}$                           |            |                  | 0.6        | $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$          |
| 输入偏置电流    |   |            | 15               | 30         | nA                                    |
| 温度系数      | $T_A = T_{MIN}$ 至 $T_{MAX}$                           |            |                  | 150        | pA/ $^\circ\text{C}$                  |
| 输入失调电流    |   |            |                  | 2          | nA                                    |
| 温度系数      | $T_A = T_{MIN}$ 至 $T_{MAX}$                           |            |                  | 10         | pA/ $^\circ\text{C}$                  |
| 输入共模电压范围  | $V_{ISVP} - V_{ISVN} = 0\text{ V}$                    | AVEE + 2.3 |                  | AVCC - 2.4 | V                                     |
| 全温度范围     | $T_A = T_{MIN}$ 至 $T_{MAX}$                           | AVEE + 2.6 |                  | AVCC - 2.6 | V                                     |
| 过压输入范围    |   | AVCC - 55  |                  | AVEE + 55  | V                                     |
| 差分输入阻抗    |   |            | 150              |            | G $\Omega$                            |
| 输入共模阻抗    |   |            | 150              |            | G $\Omega$                            |
| 输出电压摆幅    |   | AVEE + 1.5 |                  | AVCC - 1.2 | V                                     |
| 全温度范围     | $T_A = T_{MIN}$ 至 $T_{MAX}$                           | AVEE + 1.7 |                  | AVCC - 1.4 | V                                     |
| 容性负载驱动    |   |            |                  | 1000       | pF                                    |
| 短路电流      |   |            | 40               |            | mA                                    |
| 基准输入电压范围  | ISREFH和ISREFL引脚相连                                     | AVEE       |                  | AVCC       | V                                     |
| 基准输入偏置电流  | $V_{ISVP} - V_{ISVN} = 0\text{ V}$                    |            | 5                |            | $\mu\text{A}$                         |
| 输出电压电平转换  | ISREFL引脚接地  |            |                  |            |                                       |
| 最大值       | ISREFH引脚连接到VREF引脚                                     | 17         | 20               | 23         | mV                                    |
| 比例因子      | $V_{ISMEA}/V_{ISREFH}$                                | 6.8        | 8                | 9.2        | mV/V                                  |
| CMRR      | $\Delta V_{CM} = 20\text{ V}$                         |            |                  |            |                                       |
| 增益 = 26   |   | 108        |                  |            | dB                                    |
| 增益 = 66   |   | 116        |                  |            | dB                                    |
| 增益 = 133  |   | 122        |                  |            | dB                                    |
| 增益 = 200  |   | 126        |                  |            | dB                                    |
| 温度系数      | $T_A = T_{MIN}$ 至 $T_{MAX}$                           |            |                  | 0.01       | $\mu\text{V}/\text{V}/^\circ\text{C}$ |
| PSRR      | $\Delta V_S = 20\text{ V}$                            |            |                  |            |                                       |
| 增益 = 26   |   | 108        | 122              |            | dB                                    |
| 增益 = 66   |   | 116        | 130              |            | dB                                    |
| 增益 = 133  |   | 122        | 136              |            | dB                                    |
| 增益 = 200  |   | 126        | 140              |            | dB                                    |
| 电压噪声      | $f = 1\text{ kHz}$                                    |            |                  |            |                                       |
| 增益 = 26   |   |            | 9                |            | nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$                |
| 增益 = 66   |   |            | 8                |            | nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$                |
| 增益 = 133  |   |            | 7                |            | nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$                |
| 增益 = 200  |   |            | 7                |            | nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$                |
| 峰峰值电压噪声   | $f = 0.1\text{ Hz}$ 至 $10\text{ Hz}$ , 所有固定增益         |            | 0.2              |            | $\mu\text{V p-p}$                     |
| 电流噪声      | $f = 1\text{ kHz}$                                    |            | 80               |            | fA/ $\sqrt{\text{Hz}}$                |
| 峰峰值电流噪声   | $f = 0.1\text{ Hz}$ 至 $10\text{ Hz}$                  |            | 5                |            | pA p-p                                |

# AD8450

| 参数         | 测试条件/注释   | 最小值        | 典型值                 | 最大值        | 单位                  |
|------------|---|------------|---------------------|------------|---------------------|
| 小信号-3 dB带宽 |   |            |                     |            |                     |
| 增益= 26     |   |            | 1.5                 |            | MHz                 |
| 增益= 66     |   |            | 630                 |            | kHz                 |
| 增益= 133    |   |            | 330                 |            | kHz                 |
| 增益= 200    |   |            | 220                 |            | kHz                 |
| 压摆率        | $\Delta V_{ISMEA} = 10V$  |            | 5                   |            | V/ $\mu s$          |
| 电压检测PGDA   |   |            |                     |            |                     |
| 内部固定增益     |   |            | 0.2, 0.27, 0.4, 0.8 |            | V/V                 |
| 增益误差       | $V_{IN} = \pm 10V$  |            |                     | $\pm 0.1$  | %                   |
| 增益漂移       | $T_A = T_{MIN}$ 至 $T_{MAX}$   |            |                     | 3          | ppm/ $^{\circ}C$    |
| 增益非线性度     | $V_{BVM EA} = \pm 10V, R_L = 2k\Omega$                                  |            |                     | 3          | ppm                 |
| 失调电压(RTO)  | BVREFH和BVREFL引脚接地   |            |                     | 500        | $\mu V$             |
| 失调电压漂移     | $T_A = T_{MIN}$ 至 $T_{MAX}$   |            |                     | 4          | $\mu V/^{\circ}C$   |
| 差分输入电压范围   | 增益= 0.8, $V_{BVNO} = 0V, V_{BVREFL} = 0V$<br>AVCC = +15 V, AVEE = -15 V | -16        |                     | +16        | V                   |
|            | AVCC = +25 V, AVEE = -5 V   | -4         |                     | +29        | V                   |
| 输入共模电压范围   | 增益= 0.8, $V_{BVM EA} = 0V$<br>AVCC = +15 V, AVEE = -15 V                | -27        |                     | +27        | V                   |
|            | AVCC = +25 V, AVEE = -5 V   | -7         |                     | +50        | V                   |
| 差分输入阻抗     |   |            |                     |            |                     |
| 增益= 0.2    |   |            | 800                 |            | k $\Omega$          |
| 增益= 0.27   |   |            | 600                 |            | k $\Omega$          |
| 增益= 0.4    |   |            | 400                 |            | k $\Omega$          |
| 增益= 0.8    |   |            | 200                 |            | k $\Omega$          |
| 输入共模阻抗     |   |            |                     |            |                     |
| 增益= 0.2    |   |            | 240                 |            | k $\Omega$          |
| 增益= 0.27   |   |            | 190                 |            | k $\Omega$          |
| 增益= 0.4    |   |            | 140                 |            | k $\Omega$          |
| 增益= 0.8    |   |            | 90                  |            | k $\Omega$          |
| 输出电压摆幅     |   | AVEE + 1.5 |                     | AVCC - 1.5 | V                   |
| 全温度范围      | $T_A = T_{MIN}$ 至 $T_{MAX}$   | AVEE + 1.7 |                     | AVCC - 1.7 | V                   |
| 容性负载驱动     |   |            |                     | 1000       | pF                  |
| 短路电流       |   |            | 30                  |            | mA                  |
| 基准输入电压范围   | BVREFH和BVREFL引脚相连   | AVEE       |                     | AVCC       | V                   |
| 输出电压电平转换   | BVREFL引脚接地  |            |                     |            |                     |
| 最大值        | BVREFH引脚连接到VREF引脚   | 4.5        | 5                   | 5.5        | mV                  |
| 比例因子       | $V_{BVM EA}/V_{BVREFH}$   | 1.8        | 2                   | 2.2        | mV/V                |
| CMRR       | $\Delta V_{CM} = 10V$ , 所有固定增益, RTO                                     | 80         |                     |            | dB                  |
| 温度系数       | $T_A = T_{MIN}$ 至 $T_{MAX}$   |            |                     | 0.05       | $\mu V/V/^{\circ}C$ |
| PSRR       | $\Delta V_S = 20V$ , 所有固定增益, RTO  | 100        |                     |            | dB                  |
| 输出电压噪声     | $f = 1kHz, RTI$   |            |                     |            |                     |
| 增益= 0.2    |   |            | 325                 |            | nV/ $\sqrt{Hz}$     |
| 增益= 0.27   |   |            | 250                 |            | nV/ $\sqrt{Hz}$     |
| 增益= 0.4    |   |            | 180                 |            | nV/ $\sqrt{Hz}$     |
| 增益= 0.8    |   |            | 105                 |            | nV/ $\sqrt{Hz}$     |
| 峰峰值电压噪声    | $f = 0.1Hz$ 至 $10Hz, RTI$   |            |                     |            |                     |
| 增益= 0.2    |   |            | 6                   |            | $\mu V$ p-p         |
| 增益= 0.27   |   |            | 5                   |            | $\mu V$ p-p         |
| 增益= 0.4    |   |            | 3                   |            | $\mu V$ p-p         |
| 增益= 0.8    |   |            | 2                   |            | $\mu V$ p-p         |

| 参数            | 测试条件/注释  | 最小值        | 典型值  | 最大值        | 单位                    |
|---------------|--|------------|------|------------|-----------------------|
| 小信号-3 dB带宽    |  |            |      |            |                       |
| 增益=0.2        |  |            | 420  |            | kHz                   |
| 增益=0.27       |  |            | 730  |            | kHz                   |
| 增益=0.4        |  |            | 940  |            | kHz                   |
| 增益=0.8        |  |            | 1000 |            | kHz                   |
| 压摆率           |  |            | 0.8  |            | V/ $\mu$ s            |
| 恒流和恒压环路滤波器放大器 |  |            |      |            |                       |
| 失调电压          |  |            |      | 150        | $\mu$ V               |
| 失调电压漂移        | $T_A = T_{MIN}$ 至 $T_{MAX}$                    |            |      | 0.6        | $\mu$ V/ $^{\circ}$ C |
| 输入偏置电流        |  | -5         |      | +5         | nA                    |
| 全温度范围         | $T_A = T_{MIN}$ 至 $T_{MAX}$                    | -5         |      | +5         | nA                    |
| 输入共模电压范围      |  | AVEE + 1.5 |      | AVCC - 1.8 | V                     |
| 输出电压摆幅        | $V_{VCLN} = AVEE + 1 V, V_{VCLP} = AVCC - 1 V$ | AVEE + 1.5 |      | AVCC - 1   | V                     |
| 全温度范围         | $T_A = T_{MIN}$ 至 $T_{MAX}$                    | AVEE + 1.7 |      | AVCC - 1   | V                     |
| 闭环输出阻抗        |  |            | 0.01 |            | $\Omega$              |
| 容性负载驱动        |  |            |      | 1000       | pF                    |
| 源短路电流         |  |            | 1    |            | mA                    |
| 吸短路电流         |  |            | 40   |            | mA                    |
| 开环增益          |  |            | 140  |            | dB                    |
| CMRR          | $\Delta V_{CM} = 10 V$                         |            |      | 100        | dB                    |
| PSRR          | $\Delta V_S = 20 V$                            |            |      | 100        | dB                    |
| 电压噪声          | f = 1 kHz                                      |            | 10   |            | nV/ $\sqrt{Hz}$       |
| 峰峰值电压噪声       | f = 0.1 Hz至10 Hz                               |            | 0.3  |            | $\mu$ V p-p           |
| 电流噪声          | f = 1 kHz                                      |            | 80   |            | fA/ $\sqrt{Hz}$       |
| 峰峰值电流噪声       | f = 0.1 Hz至10 Hz                               |            | 5    |            | pA p-p                |
| 小信号增益带宽积      |  |            | 3    |            | MHz                   |
| 压摆率           | $\Delta V_{VINT} = 10 V$                       |            | 1    |            | V/ $\mu$ s            |
| CC至CV转换时间     |  |            | 1.5  |            | $\mu$ s               |
| 非专用运算放大器      |  |            |      |            |                       |
| 失调电压          |  |            |      | 150        | $\mu$ V               |
| 失调电压漂移        | $T_A = T_{MIN}$ 至 $T_{MAX}$                    |            |      | 0.6        | $\mu$ V/ $^{\circ}$ C |
| 输入偏置电流        |  | -5         |      | +5         | nA                    |
| 全温度范围         | $T_A = T_{MIN}$ 至 $T_{MAX}$                    | -5         |      | +5         | nA                    |
| 输入共模电压范围      |  | AVEE + 1.5 |      | AVCC - 1.8 | V                     |
| 输出电压摆幅        |  | AVEE + 1.5 |      | AVCC - 1.5 | V                     |
| 全温度范围         | $T_A = T_{MIN}$ 至 $T_{MAX}$                    | AVEE + 1.7 |      | AVCC - 1.5 | V                     |
| 闭环输出阻抗        |  |            | 0.01 |            | $\Omega$              |
| 容性负载驱动        |  |            |      | 1000       | pF                    |
| 短路电流          |  |            | 40   |            | mA                    |
| 开环增益          | $R_L = 2 k\Omega$                              |            | 140  |            | dB                    |
| CMRR          | $\Delta V_{CM} = 10 V$                         |            |      | 100        | dB                    |
| PSRR          | $\Delta V_S = 20 V$                            |            |      | 100        | dB                    |
| 电压噪声          | f = 1 kHz                                      |            | 10   |            | nV/ $\sqrt{Hz}$       |
| 峰峰值电压噪声       | f = 0.1 Hz至10 Hz                               |            | 0.3  |            | $\mu$ V p-p           |
| 电流噪声          | f = 1 kHz                                      |            | 80   |            | fA/ $\sqrt{Hz}$       |
| 峰峰值电流噪声       | f = 0.1 Hz至10 Hz                               |            | 5    |            | pA p-p                |
| 小信号增益带宽积      |  |            | 3    |            | MHz                   |
| 压摆率           | $\Delta V_{OAVO} = 10 V$                       |            | 1    |            | V/ $\mu$ s            |

# AD8450

| 参数                   | 测试条件/注释                                   | 最小值                     | 典型值  | 最大值                     | 单位                           |
|----------------------|---|-------------------------|------|-------------------------|------------------------------|
| <b>均流总线放大器</b>       |   |                         |      |                         |                              |
| 标称增益                 |   |                         | 1    |                         | V/V                          |
| 失调电压                 |   |                         |      | 150                     | $\mu\text{V}$                |
| 失调电压漂移               | $T_A = T_{\text{MIN}}$ 至 $T_{\text{MAX}}$ |                         |      | 0.6                     | $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ |
| 输出电压摆幅               |   | AVEE + 1.5              |      | AVCC - 1.5              | V                            |
| 全温度范围                | $T_A = T_{\text{MIN}}$ 至 $T_{\text{MAX}}$ | AVEE + 1.7              |      | AVCC - 1.7              | V                            |
| 容性负载驱动               |   |                         |      | 1000                    | pF                           |
| 源短路电流                |   |                         | 40   |                         | mA                           |
| 吸短路电流                |   |                         | 0.5  |                         | mA                           |
| CMRR                 | $\Delta V_{\text{CM}} = 10\text{V}$       |                         |      | 100                     | dB                           |
| PSRR                 | $\Delta V_{\text{S}} = 20\text{V}$        |                         |      | 100                     | dB                           |
| 电压噪声                 | $f = 1\text{kHz}$                         |                         | 10   |                         | $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
| 峰峰值电压噪声              | $f = 0.1\text{Hz}$ 至 $10\text{Hz}$        |                         | 0.4  |                         | $\mu\text{V p-p}$            |
| 小信号-3 dB带宽           |   |                         | 3    |                         | MHz                          |
| 压摆率                  | $\Delta V_{\text{CS}} = 10\text{V}$       |                         | 1    |                         | $\text{V}/\mu\text{s}$       |
| 转换时间                 |   |                         | 1.5  |                         | $\mu\text{s}$                |
| <b>均流、VINT和恒压缓冲器</b> |   |                         |      |                         |                              |
| 标称增益                 |   |                         | 1    |                         | V/V                          |
| 失调电压                 |   |                         |      | 150                     | $\mu\text{V}$                |
| 失调电压漂移               | $T_A = T_{\text{MIN}}$ 至 $T_{\text{MAX}}$ |                         |      | 0.6                     | $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ |
| 输入偏置电流               | 仅CV缓冲器                                    | -5                      |      | +5                      | nA                           |
| 全温度范围                | $T_A = T_{\text{MIN}}$ 至 $T_{\text{MAX}}$ | -5                      |      | +5                      | nA                           |
| 输入电压范围               |   | AVEE + 1.5              |      | AVCC - 1.8              | V                            |
| 输出电压摆幅               |   |                         |      |                         |                              |
| 均流和恒压缓冲器             |   | AVEE + 1.5              |      | AVCC - 1.5              | V                            |
| 全温度范围                | $T_A = T_{\text{MIN}}$ 至 $T_{\text{MAX}}$ | AVEE + 1.7              |      | AVCC - 1.5              | V                            |
| VINT缓冲器              |   | $V_{\text{VCLN}} - 0.6$ |      | $V_{\text{VCLP}} + 0.6$ | V                            |
| 全温度范围                | $T_A = T_{\text{MIN}}$ 至 $T_{\text{MAX}}$ | $V_{\text{VCLN}} - 0.6$ |      | $V_{\text{VCLP}} + 0.6$ | V                            |
| 输出箝位电压范围             | 仅VINT缓冲器                                  |                         |      |                         |                              |
| VCLP引脚               |   | $V_{\text{VCLN}}$       |      | AVCC - 1                | V                            |
| VCLN引脚               |   | AVEE + 1                |      | $V_{\text{VCLP}}$       | V                            |
| 闭环输出阻抗               |   |                         | 1    |                         | $\Omega$                     |
| 容性负载驱动               |   |                         |      | 1000                    | pF                           |
| 短路电流                 |   |                         | 40   |                         | mA                           |
| PSRR                 | $\Delta V_{\text{S}} = 20\text{V}$        |                         |      | 100                     | dB                           |
| 电压噪声                 | $f = 1\text{kHz}$                         |                         | 10   |                         | $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
| 峰峰值电压噪声              | $f = 0.1\text{Hz}$ 至 $10\text{Hz}$        |                         | 0.3  |                         | $\mu\text{V p-p}$            |
| 电流噪声                 | $f = 1\text{kHz}$ , 仅CV缓冲器                |                         | 80   |                         | $\text{fA}/\sqrt{\text{Hz}}$ |
| 峰峰值电流噪声              | $f = 0.1\text{Hz}$ 至 $10\text{Hz}$        |                         | 5    |                         | $\text{pA p-p}$              |
| 小信号-3 dB带宽           |   |                         | 3    |                         | MHz                          |
| 压摆率                  | $\Delta V_{\text{OUT}} = 10\text{V}$      |                         | 1    |                         | $\text{V}/\mu\text{s}$       |
| <b>过流和过压故障比较器</b>    |   |                         |      |                         |                              |
| 高阈值电压                | 相对于OVPR和OCPR引脚                            |                         | 30   | 45                      | mV                           |
| 温度系数                 |   |                         | 100  |                         | $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ |
| 低阈值电压                | 相对于OVPR和OCPR引脚                            | -45                     | -30  |                         | mV                           |
| 温度系数                 |   |                         | -100 |                         | $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ |
| 输入偏置电流               |   |                         | 250  |                         | nA                           |
| 输入电压范围               | OVPR、OCPR、OVPS和OCPS引脚                     | AVEE                    |      | AVCC - 3                | V                            |
| 差分输入电压范围             |   | -7                      |      | +7                      | V                            |

| 参数             | 测试条件/注释                                | 最小值  | 典型值 | 最大值     | 单位                     |
|----------------|--|------|-----|---------|------------------------|
| 故障输出逻辑电平       | FAULT引脚(引脚46)                          |      |     |         |                        |
| 输出高电压 $V_{OH}$ | $I_{LOAD} = 200 \mu A$                 | 4.5  |     |         | V                      |
| 输出低电压 $V_{OL}$ | $I_{LOAD} = 200 \mu A$                 |      |     | 0.5     | V                      |
| 传播延迟           | $C_{LOAD} = 10 \text{ pF}$             |      | 500 |         | ns                     |
| 故障上升时间         | $C_{LOAD} = 10 \text{ pF}$             |      | 150 |         | ns                     |
| 故障下降时间         | $C_{LOAD} = 10 \text{ pF}$             |      | 150 |         | ns                     |
| 基准电压源          |  |      |     |         |                        |
| 标称输出电压         | 相对于AGND                                |      | 2.5 |         | V                      |
| 输出电压误差         |  |      |     | $\pm 1$ | %                      |
| 温度漂移           | $T_A = T_{MIN}$ 至 $T_{MAX}$            |      |     | 10      | ppm/ $^{\circ}C$       |
| 电压调整率          | $\Delta V_S = 10 \text{ V}$            |      |     | 40      | ppm/V                  |
| 负载调整率          | $\Delta I_{VREF} = 1 \text{ mA}$ (仅源)  |      |     | 400     | ppm/mA                 |
| 输出电流(流出)       |  |      |     | 10      | mA                     |
| 电压噪声           | $f = 1 \text{ kHz}$                    |      | 100 |         | nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ |
| 峰峰值电压噪声        | $f = 0.1 \text{ Hz}$ 至 $10 \text{ Hz}$ |      | 5   |         | $\mu\text{V p-p}$      |
| 数字接口、模式输入      | MODE引脚(引脚39)                           |      |     |         |                        |
| 输入高电压 $V_{IH}$ | 相对于DGND                                | 2.0  |     | DVCC    | V                      |
| 输入低电压 $V_{IL}$ | 相对于DGND                                | DGND |     | 0.8     | V                      |
| 模式切换时间         |  |      | 500 |         | ns                     |
| 电源             |  |      |     |         |                        |
| 工作电压范围         |  |      |     |         |                        |
| AVCC           |  | 5    |     | 36      | V                      |
| AVEE           |  | -31  |     | 0       | V                      |
| 模拟电源范围         | AVCC – AVEE                            | 5    |     | 36      | V                      |
| DVCC           |  | 3    |     | 5       | V                      |
| 静态电流           |  |      |     |         |                        |
| AVCC           |  |      | 7   | 10      | mA                     |
| AVEE           |  |      | 6.5 | 10      | mA                     |
| DVCC           |  |      | 40  | 70      | $\mu\text{A}$          |
| 温度范围           |  |      |     |         |                        |
| 额定性能           |  | -40  |     | +85     | $^{\circ}C$            |
| 工作             |  | -55  |     | +125    | $^{\circ}C$            |

## 绝对最大额定值

表2.

| 参数                  | 额定值          |
|---------------------|--------------|
| 模拟电源电压(AVCC – AVEE) | 36 V         |
| 数字电源电压(DVCC – DGND) | 36 V         |
| 任何输入引脚端的最大电压        | AVCC         |
| 任何输入引脚端的最小电压        | AVEE         |
| 工作温度范围              | –40°C至+ 85°C |
| 存储温度范围              | –65°C至+150°C |

注意，等于或超出上述绝对最大额定值可能会导致产品永久性损坏。这只是额定最大值，并不能以这些条件或者在任何其它超出本技术规范操作章节中所示规格的条件下，推断产品能否正常工作。长期在超出最大额定值条件下工作会影响产品的可靠性。

### 热阻

$\theta_{JA}$  值的假设前提是一个密封型4层JEDEC标准板。

表3. 热阻

| 封装类型      | $\theta_{JA}$ | 单位   |
|-----------|---------------|------|
| 80引脚 LQFP | 54.7          | °C/W |

### ESD警告

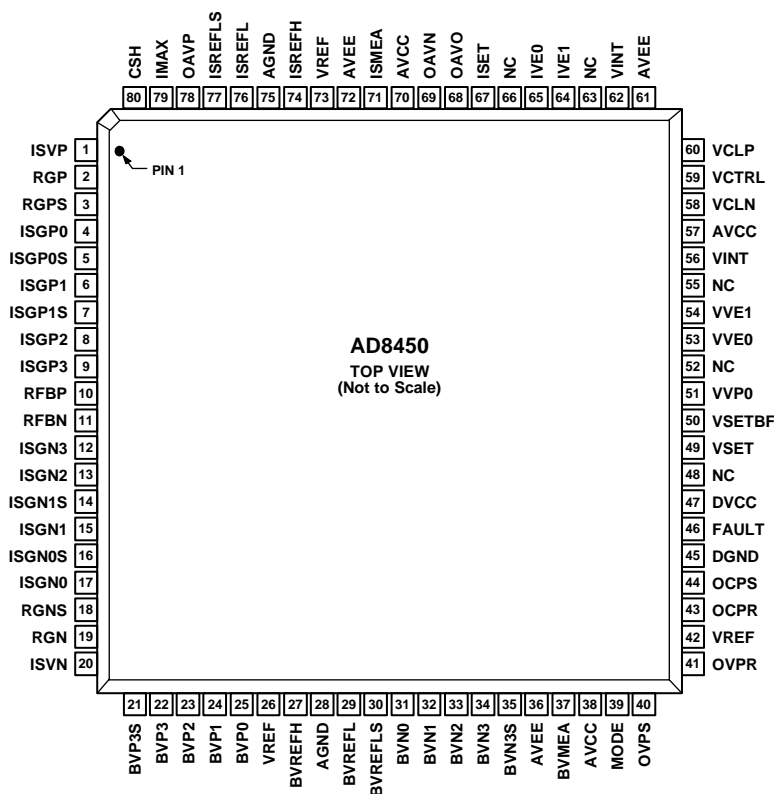


#### ESD(静电放电)敏感器件。

带电器件和电路板可能会在没有察觉的情况下放电。尽管本产品具有专利或专有保护电路，但在遇到高能量ESD时，器件可能会损坏。因此，应当采取适当的ESD防范措施，以避免器件性能下降或功能丧失。



## 引脚配置和功能描述



NOTES  
1. NC = NO CONNECT.

图2. 引脚配置

表4. 引脚功能描述

| 引脚编号                           | 引脚名称   | 输入/输出 <sup>1</sup> | 说明   |
|--------------------------------|--|--------------------|--|
| 1, 20                          | ISVP, ISVN   | 输入                 | 电流检测仪表放大器正(同相)和负(反相)输入。接在分流电阻两端。   |
| 2, 19                          | RGP, RGN   | 不适用                | 电流检测仪表放大器增益设置引脚。将这些引脚连接到适当的电阻网络增益引脚以选择电流检测增益(参见表5)。                              |
| 3, 18                          | RGPS, RGNS   | 不适用                | 电流检测仪表放大器增益设置引脚(RGP和RGN)的开尔文检测引脚。  |
| 4, 6, 8, 9, 12, 13, 15, 17     | ISGP0, ISGP1, ISGP2, ISGP3, ISGN3, ISGN2, ISGN1, ISGN0 | 不适用                | 电流检测仪表放大器电阻网络增益引脚(参见表5)。   |
| 5, 7, 14, 16                   | ISGP0S, ISGP1S, ISGN1S, ISGN0S                         | 不适用                | ISGP0、ISGP1、ISGN1和ISGN0引脚的开尔文检测引脚。   |
| 10, 11                         | RFBP, RFBN   | 输出                 | 电流检测前置放大器正负输出。   |
| 21, 35                         | BVP3S, BVN3S   | 不适用                | 电压检测差动放大器输入BVP3和BVN3的开尔文检测引脚。  |
| 22, 23, 24, 25, 31, 32, 33, 34 | BVP3, BVP2, BVP1, BVPO, BVNO, BVN1, BVN2, BVN3         | 输入                 | 电压检测差动放大器输入。各输入对(BVPx和BVNx)对应于不同的电压检测增益(参见表6)。                                   |
| 26, 42, 73                     | VREF   | 输出                 | 基准电压输出引脚。VREF = 2.5 V。   |
| 27                             | BVREFH   | 输入                 | 电压检测差动放大器的基准输入。为使电压检测差动放大器的输出电平偏移大约5 mV, 应将此引脚连接到VREF引脚。其它情况下, 应将此引脚连接到BVREFL引脚。 |
| 28, 75                         | AGND   | 不适用                | 模拟地引脚。   |
| 29                             | BVREFL   | 输入                 | 电压检测差动放大器的基准输入。默认接地。   |
| 30                             | BVREFLS  | 不适用                | BVREFL引脚的开尔文检测引脚。  |

# AD8450

| 引脚编号               | 引脚名称    | 输入/输出 <sup>1</sup> | 说明  |
|--------------------|---------|--------------------|---|
| 36, 61, 72         | AVEE    | 不适用                | 负模拟电源引脚。默认电压为-5 V。  |
| 38, 57, 70         | AVCC    | 不适用                | 正模拟电源引脚。默认电压为+25 V。   |
| 37                 | BVMEA   | 输出                 | 电压检测差动放大器输出。  |
| 39                 | MODE    | 输入                 | 用于选择充电或放电模式的CMOS逻辑输入。低电平 = 放电，高电平 = 充电。   |
| 40                 | OVPS    | 输入                 | 过压保护比较器的同相检测输入。   |
| 41                 | OVPR    | 输入                 | 过压保护比较器的反相基准输入。此引脚通常连接到2.5 V基准电压(VREF)。   |
| 43                 | OCPR    | 输入                 | 过流保护检测比较器的反相基准输入。此引脚通常连接到2.5 V基准电压(VREF)。                                       |
| 44                 | OCPS    | 输入                 | 过流保护检测比较器的同相检测输入。   |
| 45                 | DGND    | 不适用                | 数字地引脚。  |
| 46                 | FAULT   | 输出                 | 过压或过流故障检测逻辑输出(低电平有效)。   |
| 47                 | DVCC    | 不适用                | 数字电源。默认电压为+5 V。   |
| 48, 52, 55, 63, 66 | NC      | 不适用                | 不连接。  |
| 49                 | VSET    | 输入                 | 电压检测控制环路的目标电压。  |
| 50                 | VSETBF  | 输出                 | 缓冲电压VSET。   |
| 51                 | VVP0    | 输入                 | 放电模式电压检测积分器的同相输入。   |
| 53                 | VVE0    | 输入                 | 放电模式电压检测积分器的反相输入。   |
| 54                 | VVE1    | 输入                 | 充电模式电压检测积分器的反相输入。   |
| 56, 62             | VINT    | 输出                 | 电压检测和电流检测积分器放大器的最小输出。   |
| 58                 | VCLN    | 输入                 | VCTRL的低箝位电压。  |
| 59                 | VCTRL   | 输出                 | 控制器输出电压。此引脚连接到PWM控制器的输入(例如, ADP1972的COMP引脚)。                                    |
| 60                 | VCLP    | 输入                 | VCTRL的高箝位电压。  |
| 64                 | IVE1    | 输入                 | 充电模式电流检测积分器的反相输入。   |
| 65                 | IVE0    | 输入                 | 放电模式电流检测积分器的反相输入。   |
| 67                 | ISET    | 输入                 | 电流检测控制环路的目标电压。  |
| 68                 | OAVO    | 输出                 | 非专用运算放大器的输出。  |
| 69                 | OAVN    | 输入                 | 非专用运算放大器的反相输入。  |
| 71                 | ISMEA   | 输出                 | 电流检测仪表放大器输出。  |
| 74                 | ISREFH  | 输入                 | 电流检测放大器的基准输入。为使电流检测仪表放大器的输出电平偏移大约20 mV, 应从此引脚连接到VREF引脚。其它情况下, 应从此引脚连接到ISREFL引脚。 |
| 76                 | ISREFL  | 输入                 | 电流检测放大器的基准输入。默认接地。  |
| 77                 | ISREFLS | 不适用                | ISREFL引脚的开尔文检测引脚。   |
| 78                 | OAVP    | 输入                 | 非专用运算放大器的同相输入。  |
| 79                 | IMAX    | 输出                 | 施加于均流(CSH)引脚的所有电压中的最大电压。  |
| 80                 | CSH     | 输入                 | 均流总线放大器输出。  |

<sup>1</sup> N/A表示不适用。

## 典型性能参数

除非另有说明,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $AV_{CC} = +25\text{ V}$ ,  $AV_{EE} = -5\text{ V}$ ,  $R_L = \infty$ 。

## PGIA特性

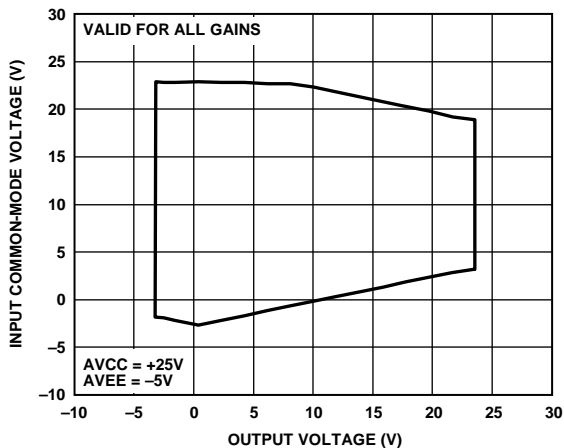


图3. 输入共模电压与输出电压的关系  
( $AV_{CC} = +25\text{ V}$ ,  $AV_{EE} = -5\text{ V}$ )

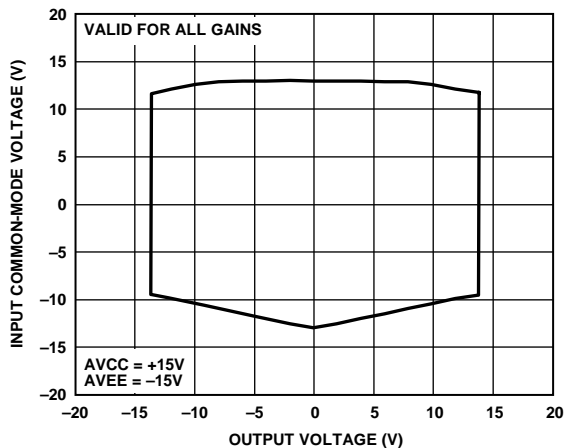


图6. 输入共模电压与输出电压的关系  
( $AV_{CC} = +15\text{ V}$ ,  $AV_{EE} = -15\text{ V}$ )

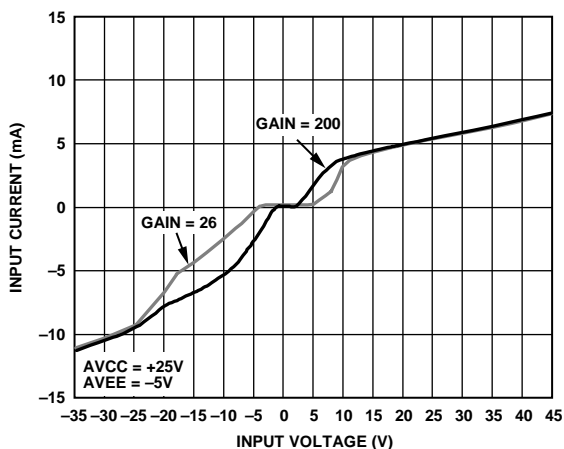


图4. 输入过压性能( $AV_{CC} = +25\text{ V}$ ,  $AV_{EE} = -5\text{ V}$ )

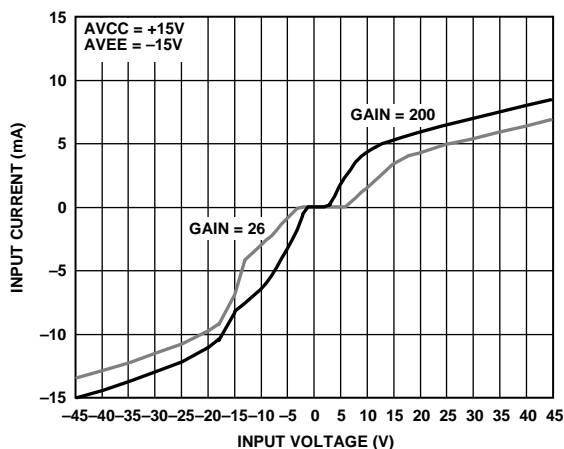


图7. 输入过压性能( $AV_{CC} = +15\text{ V}$ ,  $AV_{EE} = -15\text{ V}$ )

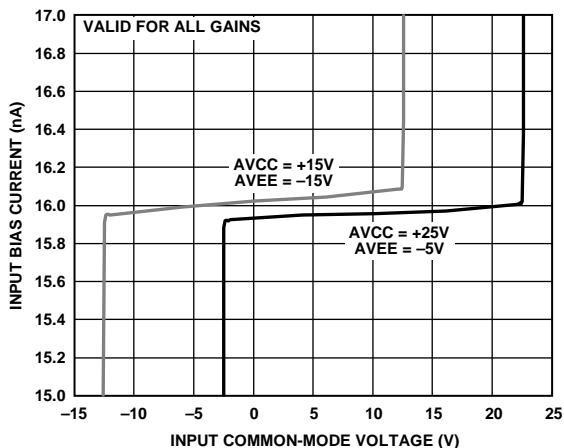


图5. 输入偏置电流与输入共模电压的关系

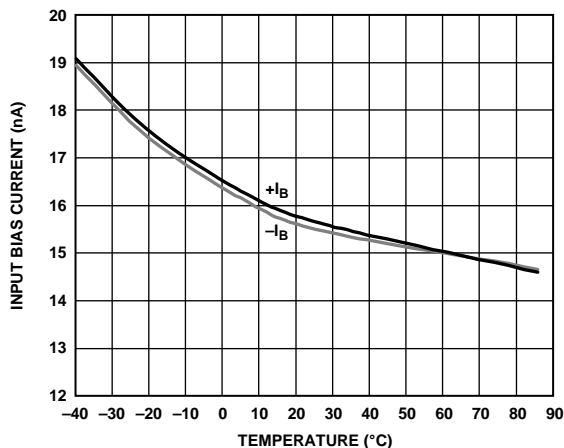


图8. 输入偏置电流与温度的关系

# AD8450

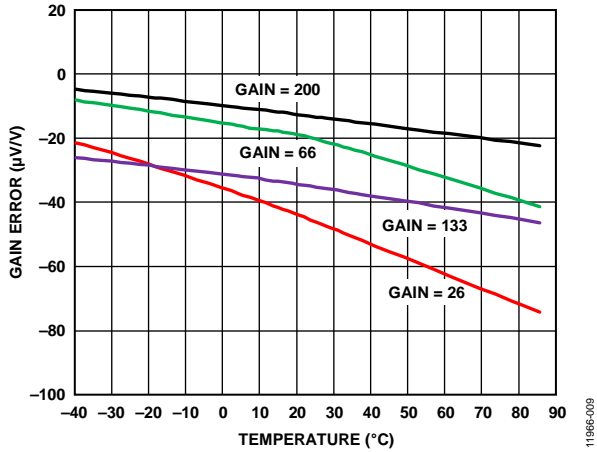


图9. 增益误差与温度的关系

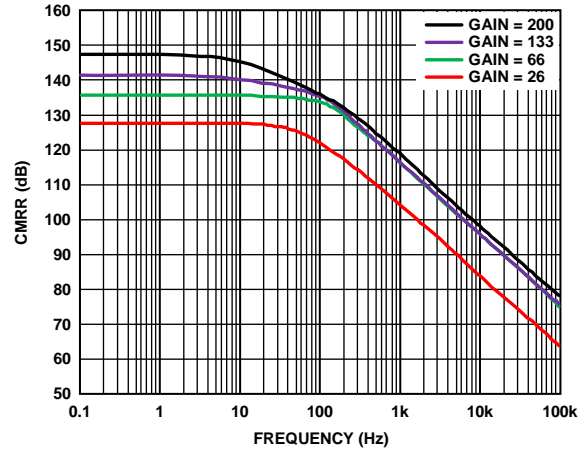


图12. CMRR与频率的关系

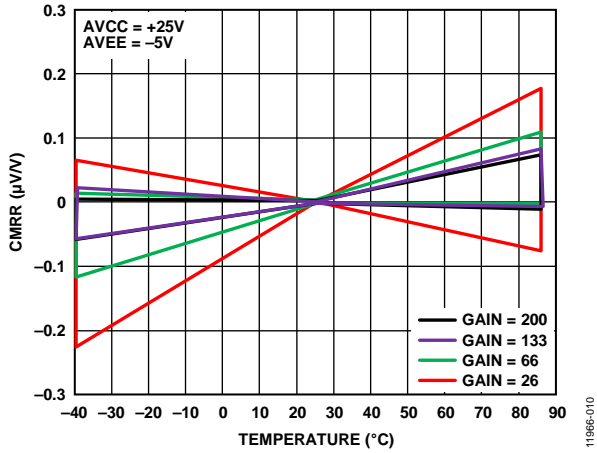


图10. 归一化CMRR与温度的关系

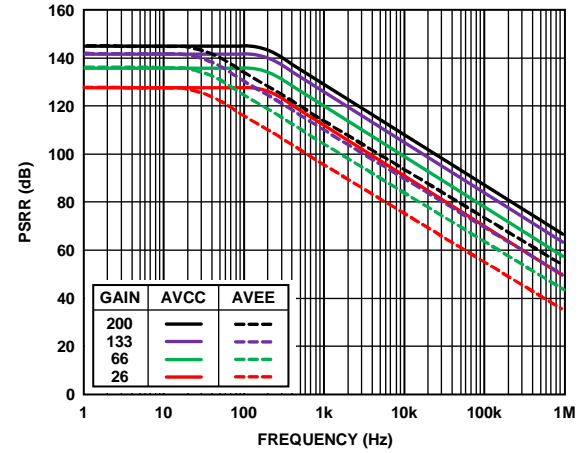


图13. PSRR与频率的关系

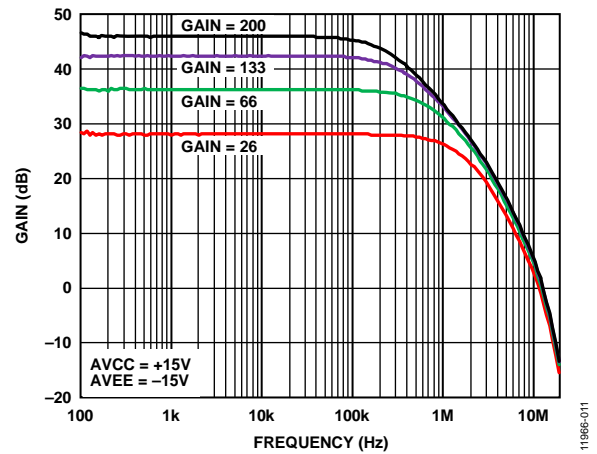


图11. 增益与频率的关系

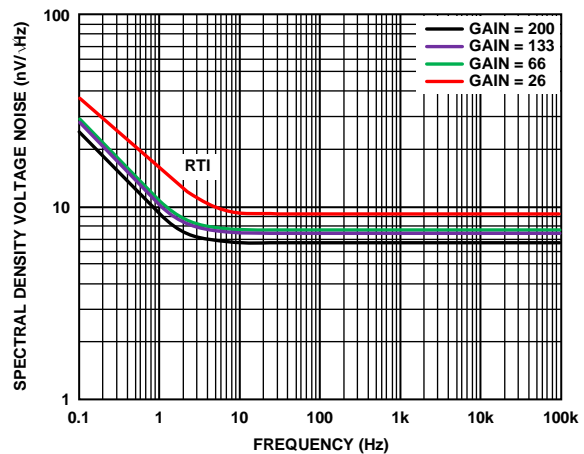


图14. 电压噪声(RTI)谱密度与频率的关系

PGDA特性

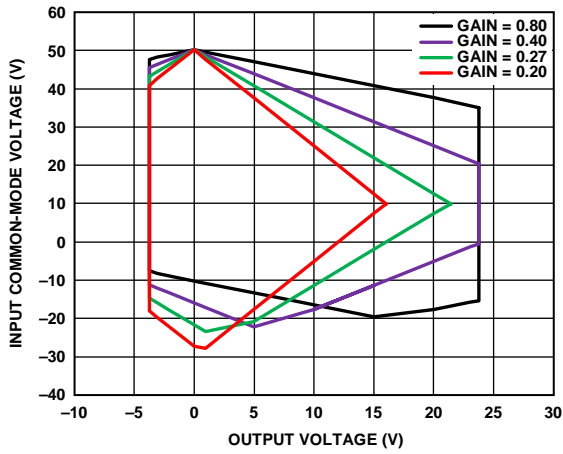


图15. 输入共模电压与输出电压的关系  
( $AV_{CC} = +25\text{ V}$ ,  $AV_{EE} = -5\text{ V}$ )

11986-015

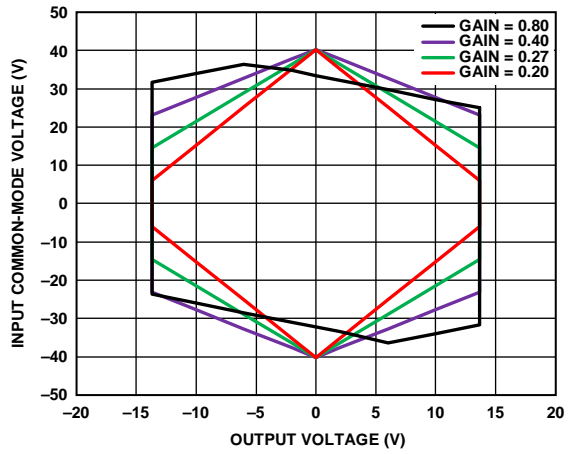


图18. 输入共模电压与输出电压的关系  
( $AV_{CC} = +15\text{ V}$ ,  $AV_{EE} = -15\text{ V}$ )

11986-016

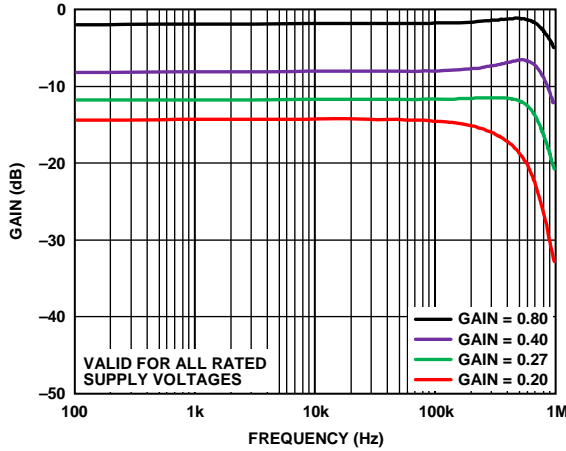


图16. 增益与频率的关系

11986-019

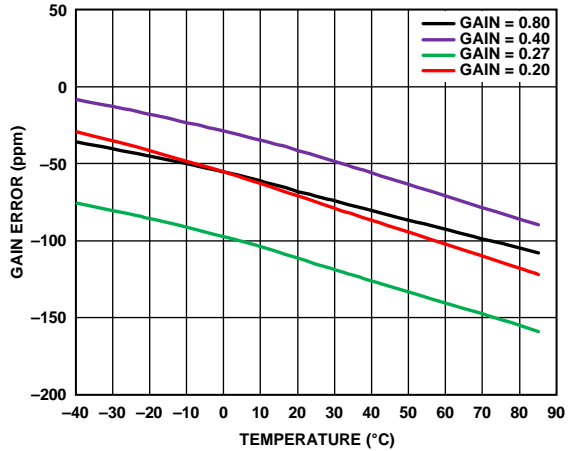


图19. 增益误差与温度的关系

11986-017

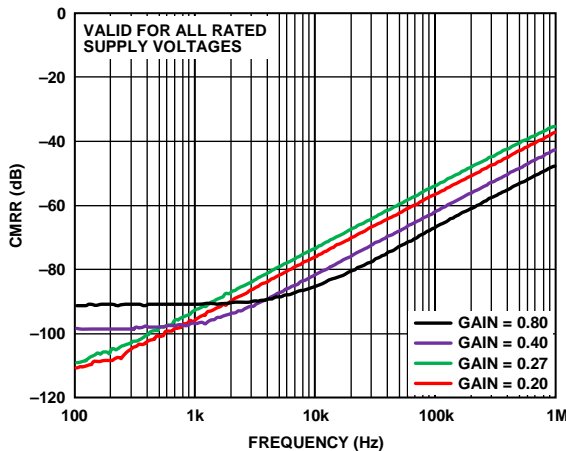


图17. CMRR与频率的关系

11986-020

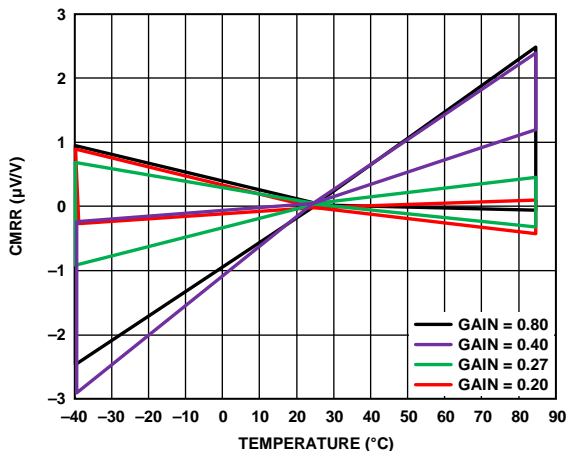


图20. 归一化CMRR与温度的关系

11986-018

# AD8450

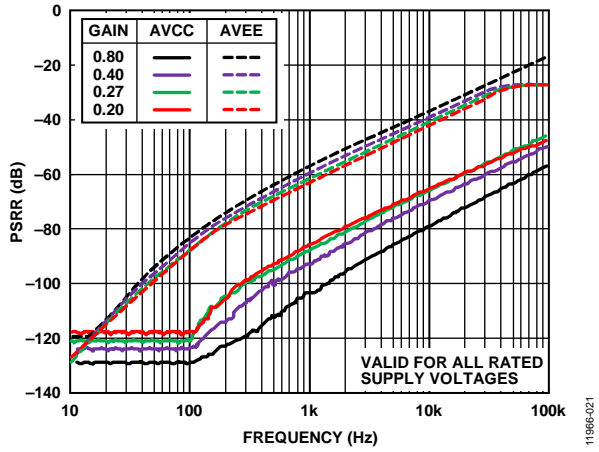


图21. PSRR与频率的关系

11966-021

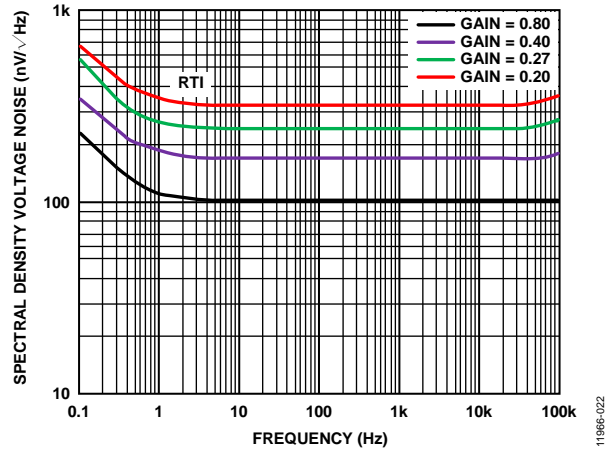


图22. 电压噪声(RTI)谱密度与频率的关系

11966-022

## CC和CV环路滤波器放大器、非专用运算放大器和VSET缓冲器

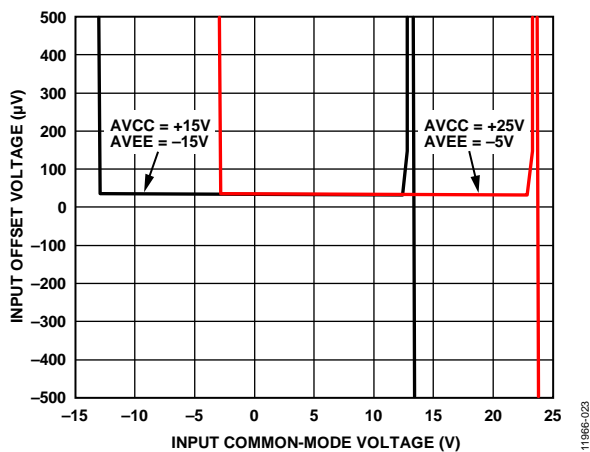


图23. 输入失调电压与输入共模电压的关系(两种电源电压组合)

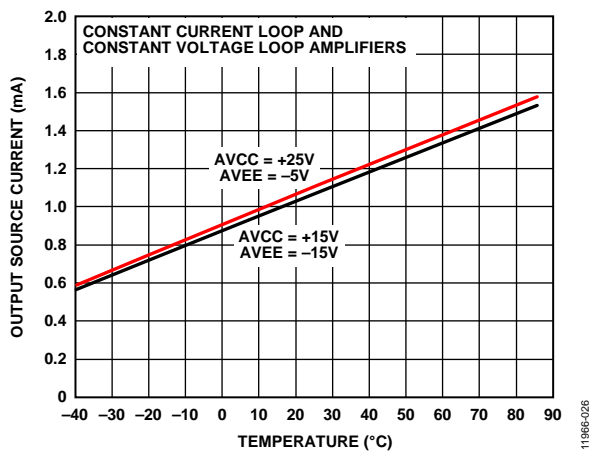


图26. 输出源电流与温度的关系(两种电源电压组合)

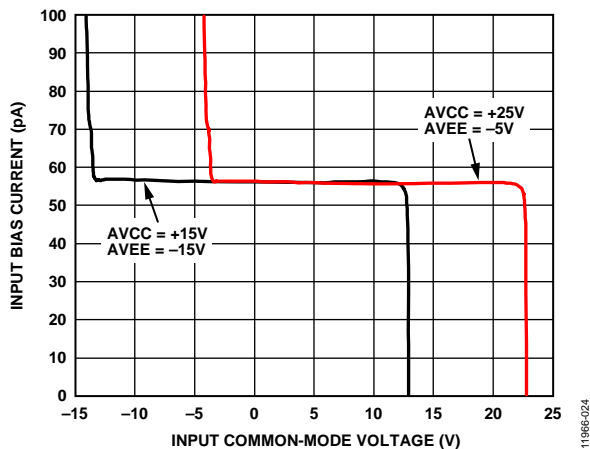


图24. 输入偏置电流与输入共模电压的关系(两种电源电压组合)

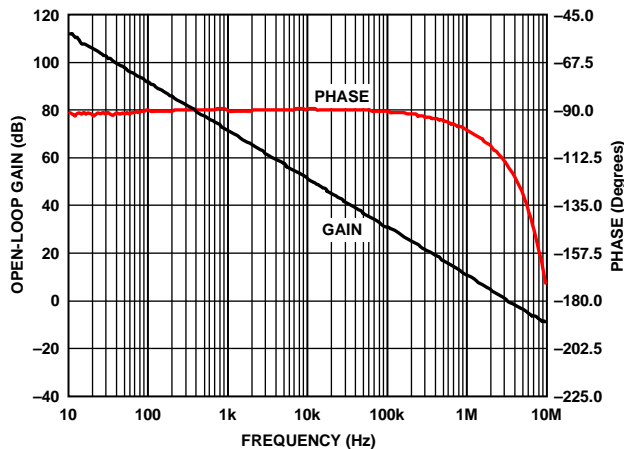


图27. 开环增益和相位与频率的关系

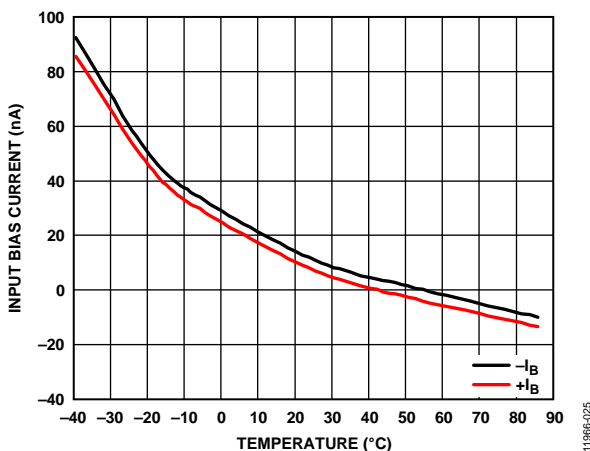


图25. 输入偏置电流与温度的关系

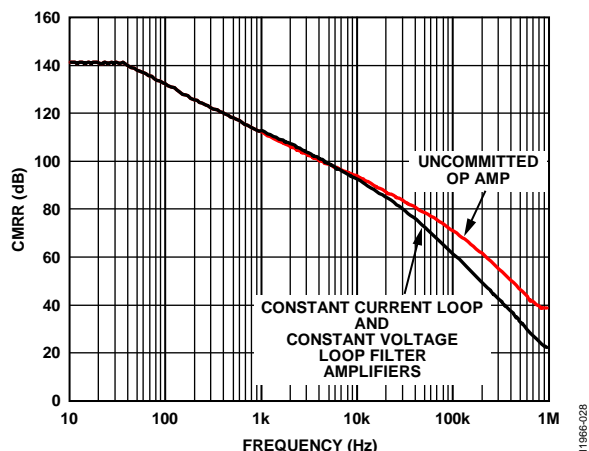


图28. CMRR与频率的关系

# AD8450

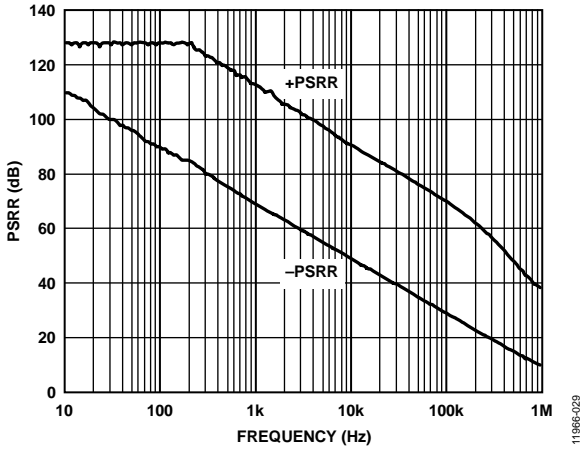


图29. PSRR与频率的关系

11966-029

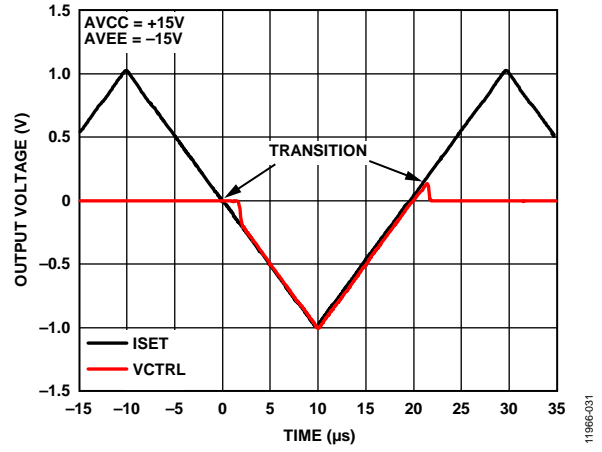


图31. CC至CV转换

11966-031

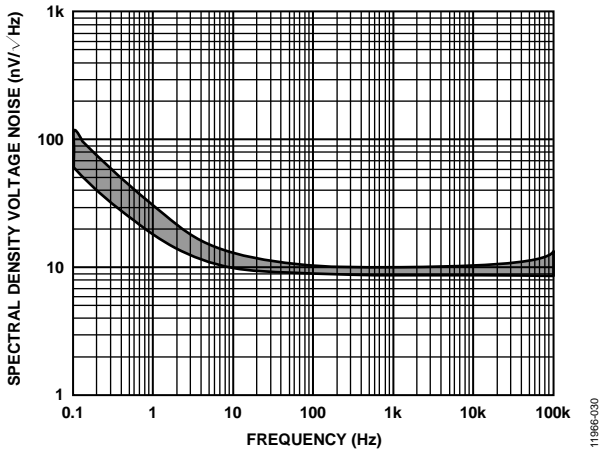


图30. 运算放大器和缓冲器的电压噪声频谱密度范围与频率的关系

11966-030



## VINT缓冲器

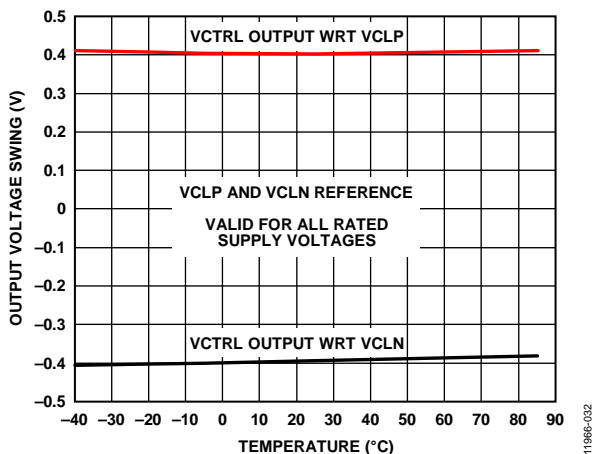


图32. 相对于VCLP和VCLN的输出电压摆幅与温度的关系

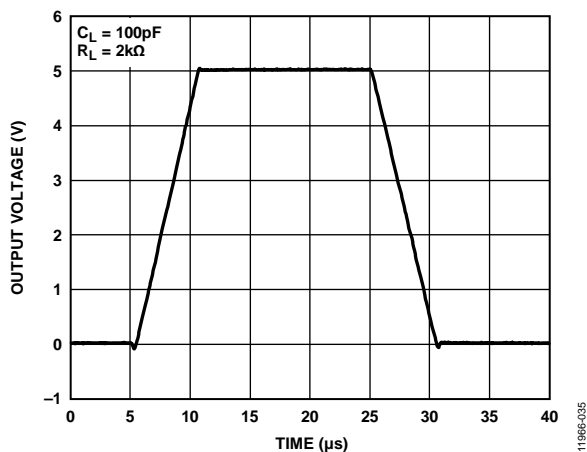


图35. 大信号瞬变响应( $R_L = 2\text{ k}\Omega$ ,  $C_L = 100\text{ pF}$ )

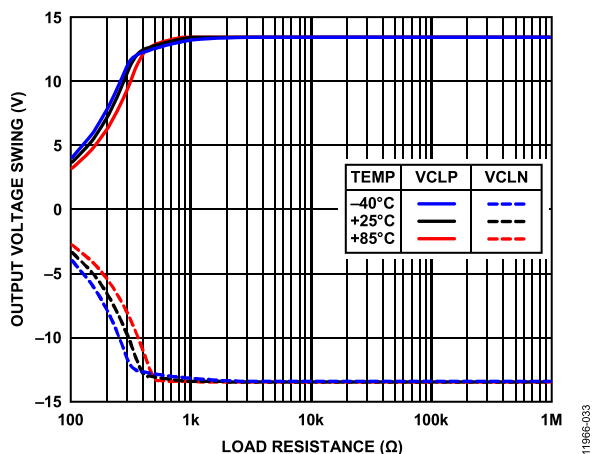


图33. 三个温度下输出电压摆幅与负载阻抗的关系

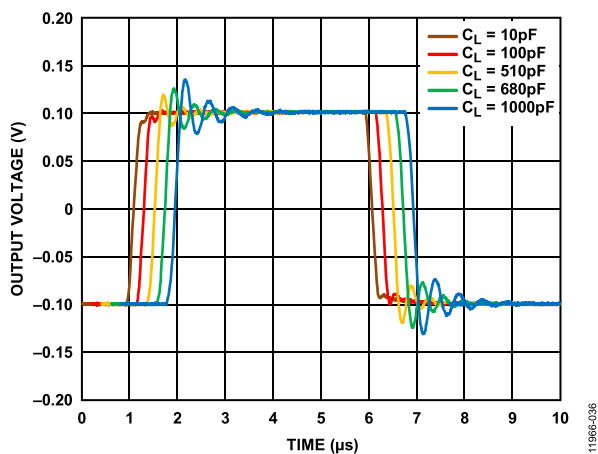


图36. 小信号瞬变响应与容性负载的关系

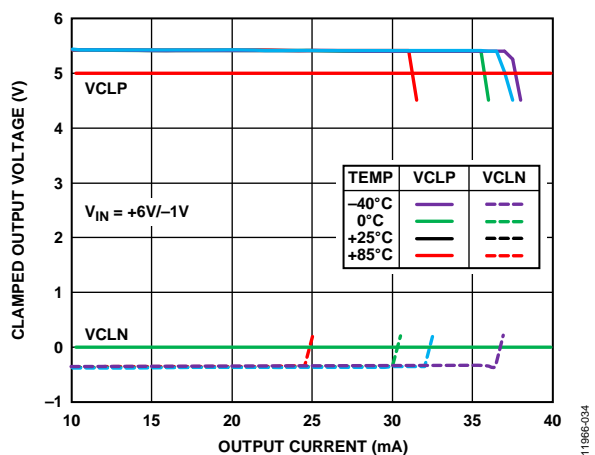


图34. 四个温度下箝位输出电压与输出电流的关系

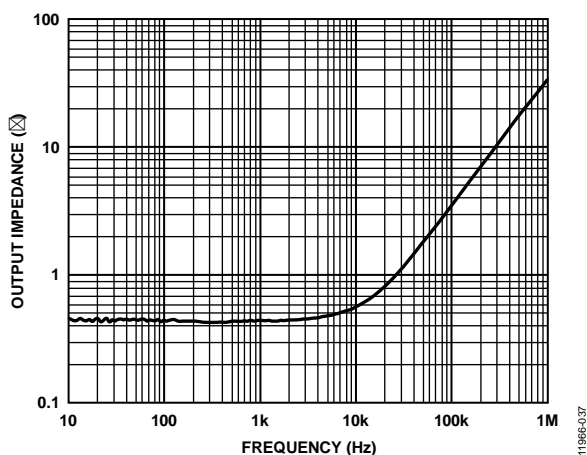


图37. 输出阻抗与频率的关系

## 均流放大器

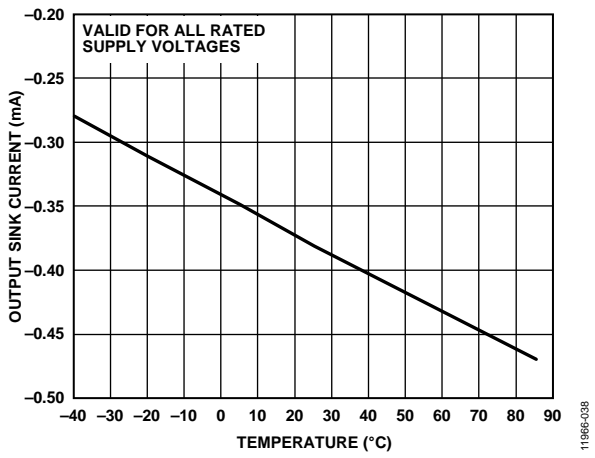


图38. 输出吸电流与温度的关系

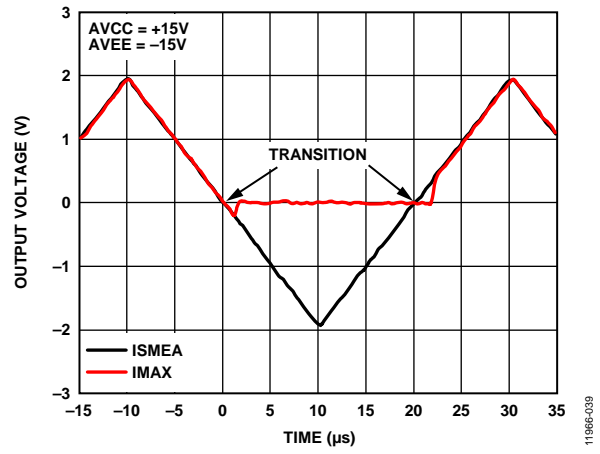


图39. 均流总线转换特性

比较器

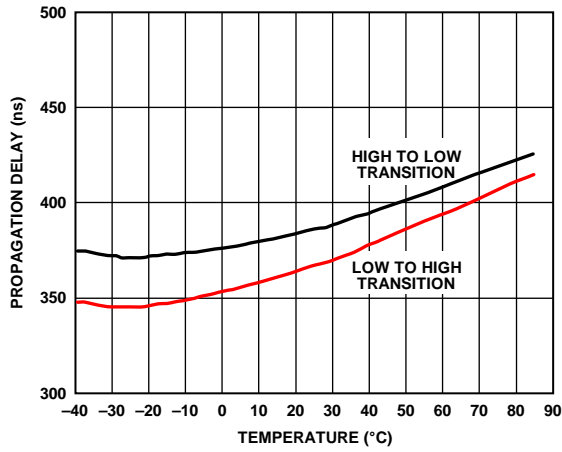


图40. 传播延迟与温度的关系

1196B-040

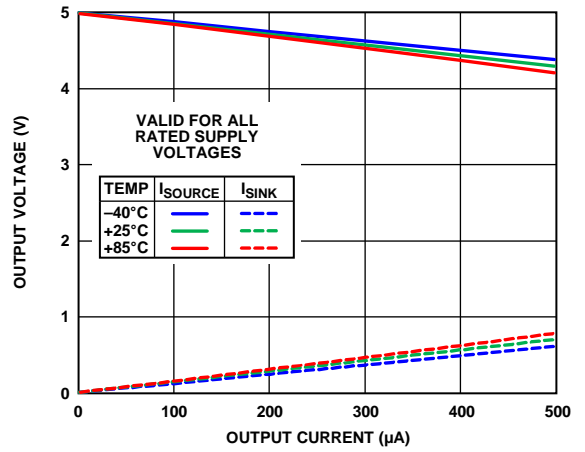


图43. 三个温度下输出电压与输出电流的关系

1196B-043

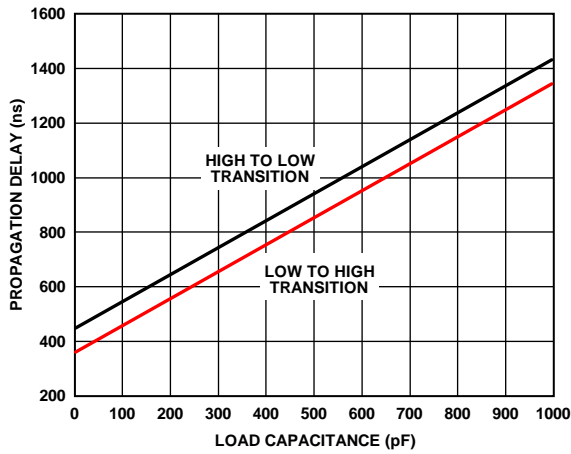


图41. 传播延迟与负载电容的关系

1196B-041

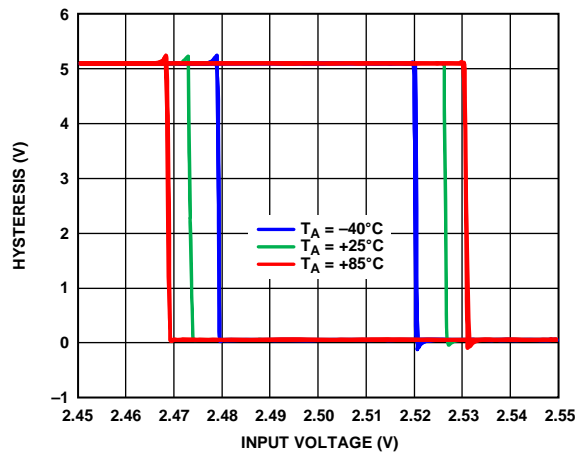


图44. 三个温度下的比较器传递函数

1196B-044

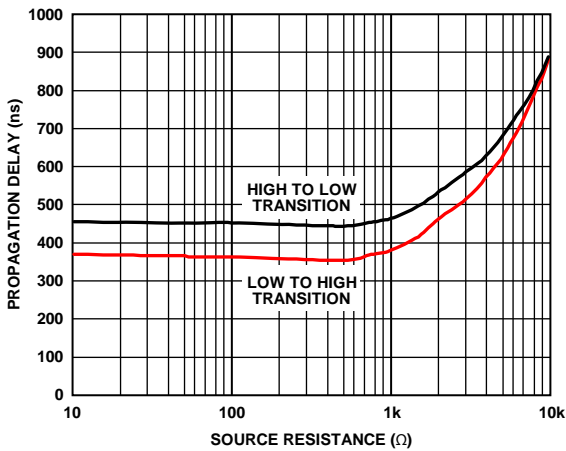


图42. 传播延迟与源电阻的关系

1196B-042

# AD8450

## 基准电压源特性

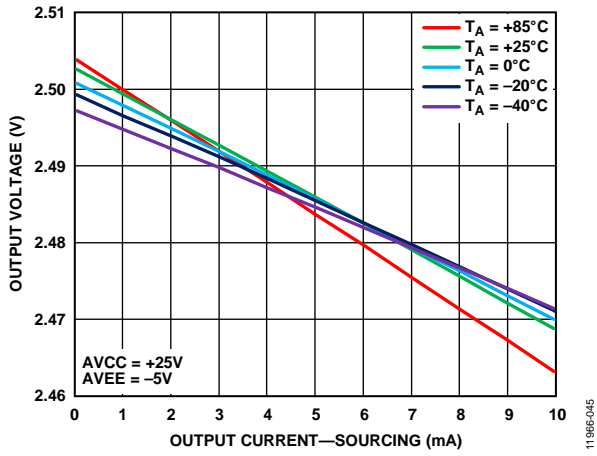


图45. 全温度范围内输出电压与输出电流(流出)的关系

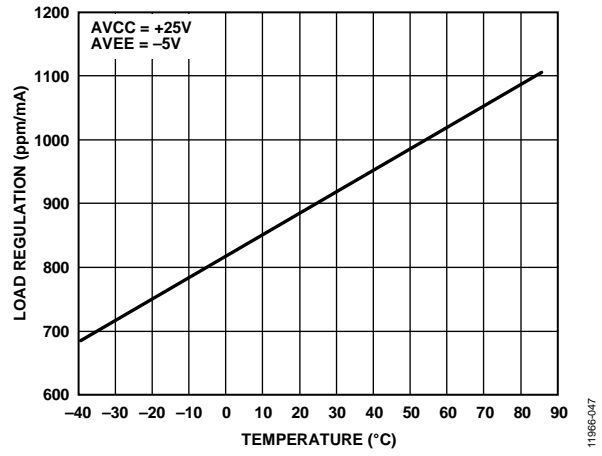


图47. 源和吸负载调整率与温度的关系

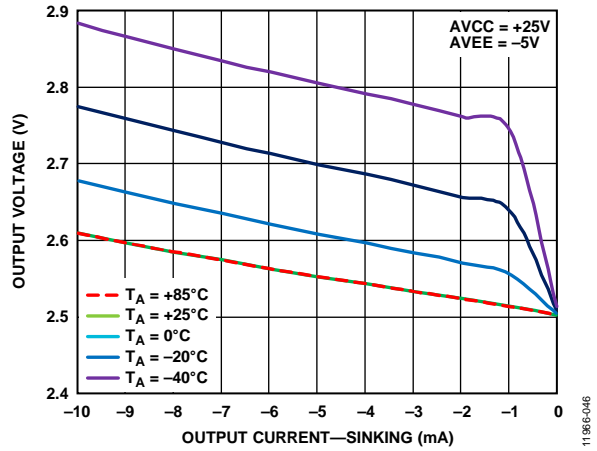


图46. 全温度范围内输出电压与输出电流(流入)的关系

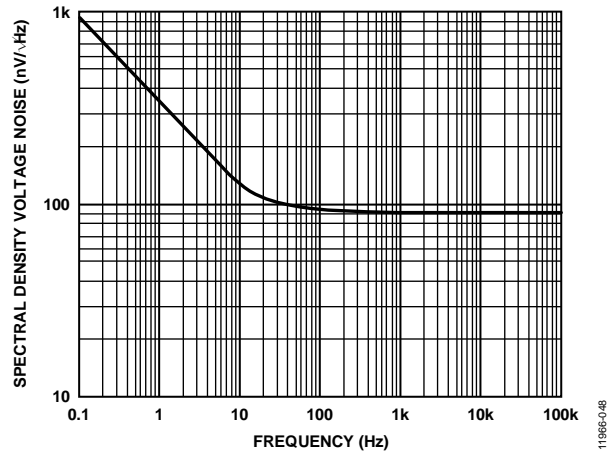


图48. 电压噪声谱密度与频率的关系

## 工作原理

### 简介

为了化成和测试电池，电池必须经历充电和放电周期。在这些周期中，必须精确控制电池端子的电流和电压，以防电池失效或容量降低。因此，电池化成与测试系统需要高精度模拟前端来监控电池电流和端子电压。

AD8450的模拟前端包括精密电流检测可编程增益仪表放大器(PGIA)，用以测量电池电流，以及精密电压检测可编程增益差分放大器(PGDA)，用以测量电池电压。利用PGIA的增益编程能力，系统可以通过相同的分流电阻将电池充电/放电电流设置为四个不同值中的任意一个。利用PGDA的增益编程能力，系统最多可以处理四个串联电池(4S)。

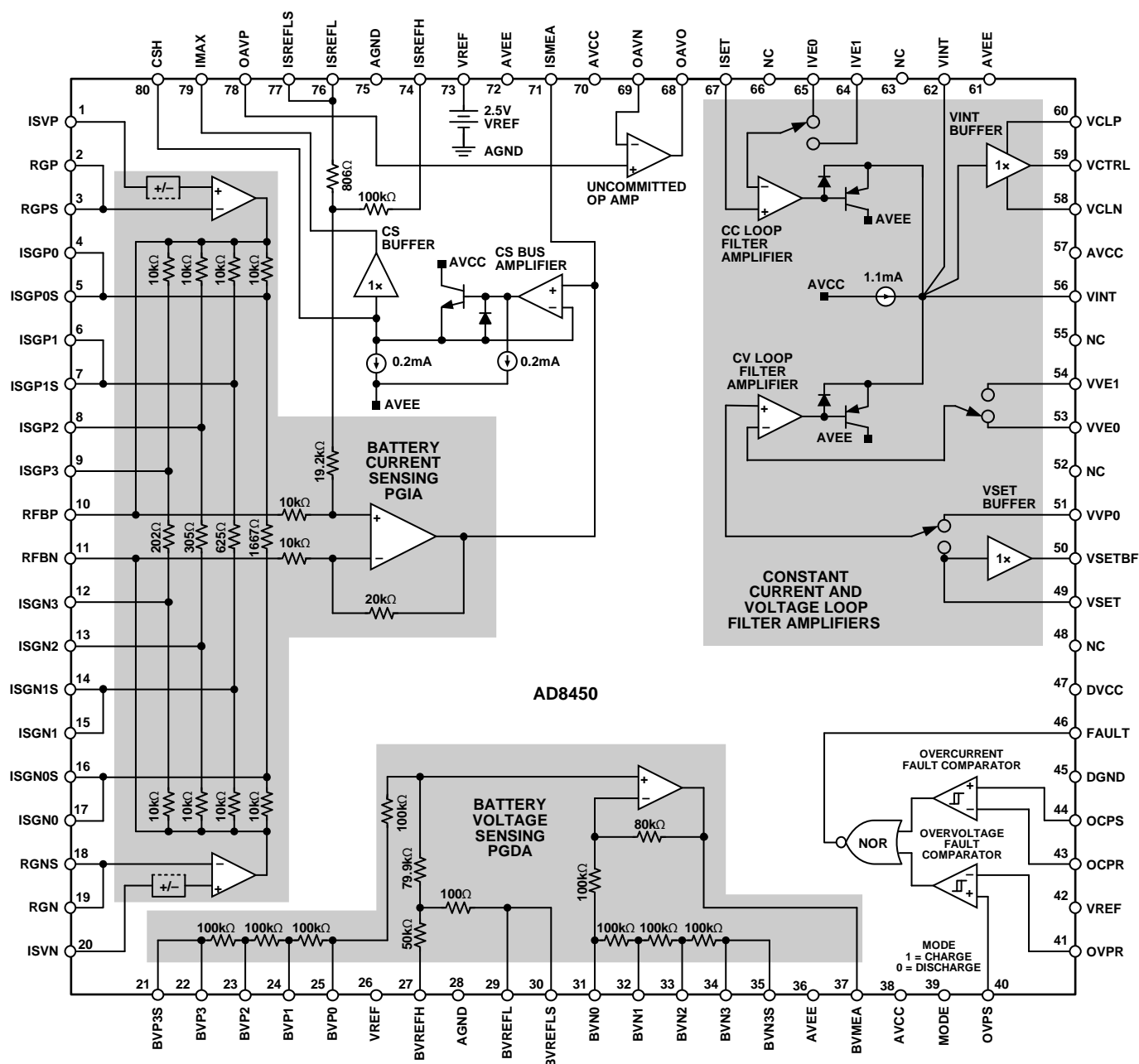


图49. AD8450详细框图

# AD8450

电池化成与测试系统利用恒流/恒压(CC/CV)算法给电池充电和放电。换言之，系统首先强制电池流入或流出设定的恒定电流，直至电池电压达到目标值为止。此时，电池端子之间便实现了设定的恒定电压。

AD8450提供两个控制环路——恒流(CC)环路和恒压(CV)环路，电池达到用户定义的目标电压之后，两个环路自动转换。这些环路通过两个精密专用放大器实现，放大器带外部反馈网络，用以设置CC和CV环路的传递函数。此外，AD8450中的这些环路通过切换MODE引脚来重新配置自身，以便给电池充电或放电。

电池化成与测试系统还必须能够检测电池过压和过流状况，防止电池和/或控制系统受损。

AD8450内置两个比较器，用以检测过流和过压事件。任一比较器跳变时，FAULT引脚就会变为逻辑低电平。

许多用来调理电池单元的电池化成与测试系统是电池组或模块的一部分。因此，该系统需要电路来执行均流(或电流平衡)，也就是主动地使构成电池组的各电池的充电和放电电流保持一致。AD8450内置一个专用精密放大器，可确定多个通道中的最大电池电流。该精密放大器通过其PGIA输出确定电压最大的通道，然后利用该最大电压调整其它通道的电池电流。

图49所示的AD8450框图显示了这些特殊部分，包括PGIA和PGDA测量模块、环路滤波器放大器、故障比较器和均流电路。图50所示为电池化成与测试系统的框图。

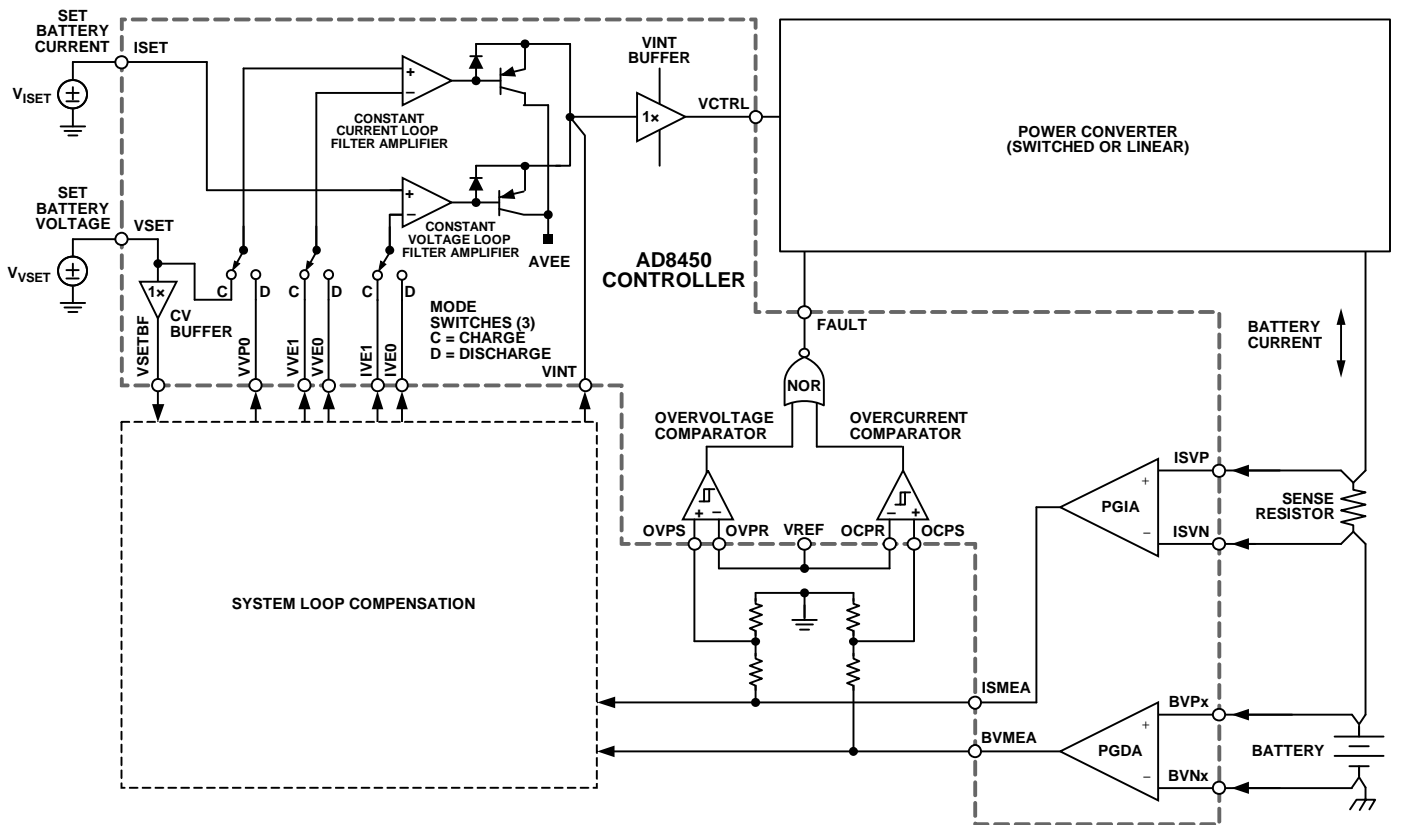


图50. 采用AD8450的锂电池化成与测试系统的信号路径



## 可编程增益差动放大器(PGDA)

图52是PGDA的框图，它用于监控电池电压。PGDA的结构是一个具有四路可选输入的减法器放大器：BVP[0:3]和BVN[0:3]引脚。各输入对与PGDA的一个内部增益相对应：0.2、0.27、0.4和0.8。通过这些增益值，PGDA可将最多四个5 V串联电池(4S)的电压缩小到可以被5 V ADC读取的水平。有关增益选择连接的信息，请参见表6。

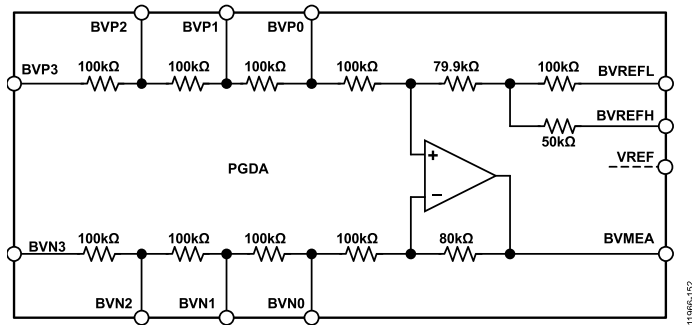


图52. PGDA简化功能框图

构成PGDA增益网络的电阻经过激光调整，匹配精度优于 $\pm 0.1\%$ 。如此高的匹配度使得PGDA的增益误差和增益误差漂移降至最低，而CMRR则达到最大。这种匹配还有助于控制器设置在全温度范围内保持稳定的电池目标电压，同时抑制电池负极的接地反弹。

像PGIA一样，PGDA也能通过连接到PGDA基准电压节点的内部电阻分压器使其输出电压发生偏移。此电阻分压器连接到BVREFH和BVREFL引脚。

当BVREFH引脚连接到VREF引脚且BVREFL引脚接地时，BVMEA引脚的电压增加5 mV，保证当差分输入为0时，PGDA输出始终是正值。将BVREFH引脚连接到外部电压源，可以实现其它电压偏移。从BVREFH引脚到BVMEA引脚的增益是2 mV/V。如需零偏移，BVREFL和BVREFH引脚接地。

## CC和CV环路滤波器放大器

恒流(CC)和恒压(CV)环路滤波器放大器是高精度、低噪声专用放大器，其失调电压和输入偏置电流均非常低。这些放大器起到两个作用：

- 使用外部元件，这些放大器可实现有源环路滤波器来设置CC和CV环路的动态特性(传递函数)。
- 电池达到目标电压之后，这些放大器执行从CC到CV模式的无缝转换。

图53是充电模式(MODE逻辑引脚为高电平)下AD8450 CC和CV反馈环路的功能框图。作为示例，连接到环路放大器的外部网络是简单的RC网络，用以构成单极反相积分器。CC和CV环路滤波器放大器的输出端通过模拟NOR电路(最小输出选择器电路)耦合到VINT引脚，使其只能下拉VINT节点。换言之，该节点由需要最低VINT引脚电压的环路放大器控制。因此，任意时间只有一个环路放大器(CC或CV)可以控制系统充电控制环路。

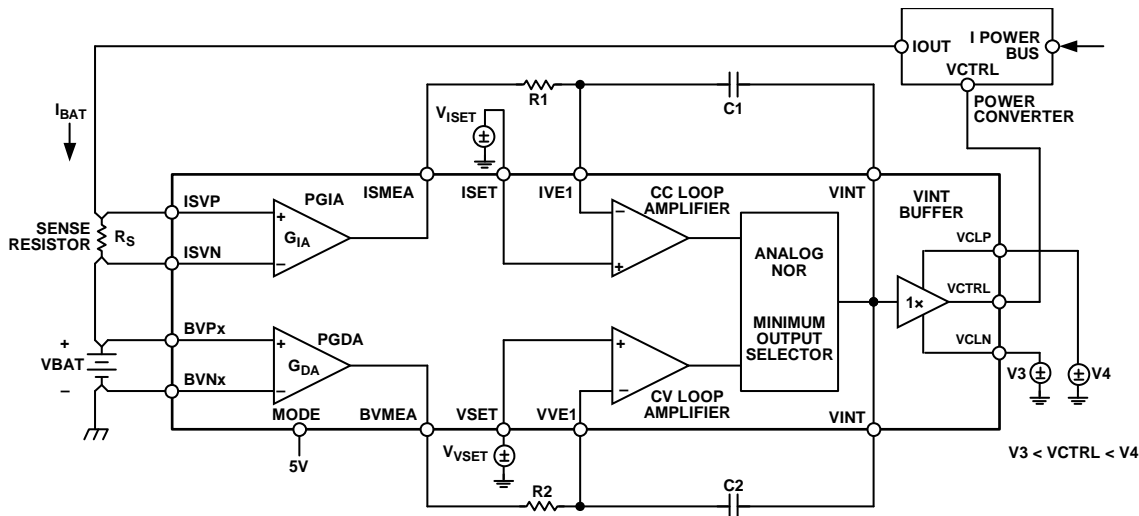


图53. 充电模式(MODE引脚为高电平)下CC和CV环路的功能框图



单位增益放大器(VINT缓冲器)缓冲VINT引脚并驱动VCTRL引脚。VCTRL引脚是AD8450的控制输出和电源转换器的控制输入。V<sub>ISET</sub>和V<sub>VSET</sub>电压源分别设置目标恒定电流和目标恒定电压。当CC和CV反馈环路处于稳定状态时,充电电流设置为:

$$I_{BAT\_SS} = \frac{V_{ISET}}{G_{IA} \times R_S}$$

其中:

$G_{IA}$ 为PGIA增益。

$R_S$ 为分流电阻的值。

目标电压设置为:

$$V_{BAT\_SS} = \frac{V_{VSET}}{G_{DA}}$$

其中GDA为PGDA增益。

环路放大器的失调电压与目标电压源V<sub>ISET</sub>和V<sub>VSET</sub>串联,因此这些放大器的高精度可极大地降低此误差源。

图54显示了锂离子电池的典型CC/CV充电曲线。在充电过程的第一阶段,电池以1 A的恒定电流(CC)充电。当电池电压达到目标电压4.2 V时,充电过程发生转换,电池以4.2 V的恒定电压(CV)充电。

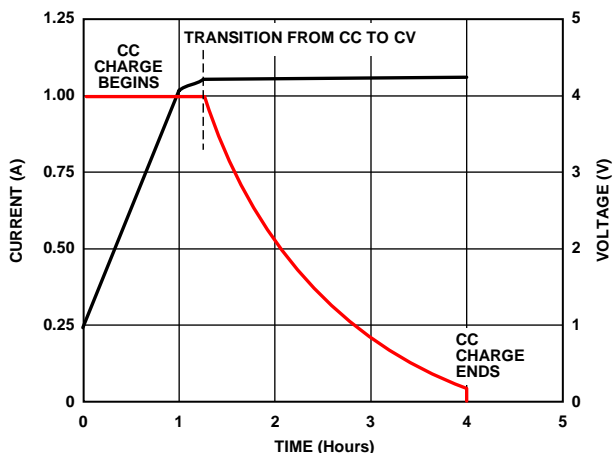


图54. 电池充电周期接近结束时恒流到恒压的代表性转换

下列步骤说明AD8450如何实现CC/CV充电曲线(参见图53)。本例中,电池以完全放电状态开始,系统刚刚开启,在时间0时 $I_{BAT} = 0$  A。

1. 在时间0时, ISMEA和BVMEA引脚的电压低于目标电压(V<sub>ISET</sub>和V<sub>VSET</sub>),因此两个积分器均开始缓慢上升,提高VINT节点的电压。
2. 随着VINT节点电压提高, VCRTL节点电压上升,电源转换器的输出电流 $I_{BAT}$ 提高(假设电源转换器的输出电流随着VCRTL节点电压的提高而提高)。
3. 当 $I_{BAT}$ 电流达到CC稳态值 $I_{BAT\_SS}$ 时,电池电压仍然低于目标稳态值 $V_{BAT\_SS}$ 。因此, CV环路试图拉高VINT节点,而CC环路则试图将其保持在当前电压。此时,  $I_{SMEA}$ 引脚的电压等于V<sub>ISET</sub>,因此CC环路停止积分。
4. 由于模拟NOR电路,环路放大器只能拉低VINT节点,因此CC环路获得对充电反馈环路的控制权, CV环路不起作用。
5. 随着充电过程继续进行,电池电压一直提高,直至达到稳态值 $V_{BAT\_SS}$ ,并且BVMEA引脚的电压达到目标电压V<sub>VSET</sub>。
6. CV环路试图拉低VINT节点以降低充电电流( $I_{BAT}$ ),防止电池电压进一步上升。与此同时, CC环路试图将VINT节点保持在其当前电压,以使电池电流保持在 $I_{BAT\_SS}$ 。
7. 由于模拟NOR电路,环路放大器只能拉低VINT节点,因此CV环路获得对充电反馈环路的控制权, CC环路不起作用。

模拟NOR(最小输出选择器)电路耦合到环路放大器的输出端,并经过优化以使CC到CV控制转换的时间最短。电池电压达到目标值后,转换的任何延迟都会导致CC环路继续控制充电反馈环路。因此,电池电压将继续上升到VBAT\_SS以上,直至控制环路发生转换为止;也就是说,电池电压会超过目标电压。当CV环路控制充电反馈环路时,电池电压会降低到目标电压。转换延迟引起的电池电压大幅过冲会损坏电池,因此,实现CC到CV快速转换以最大程度地减少延迟至关重要。

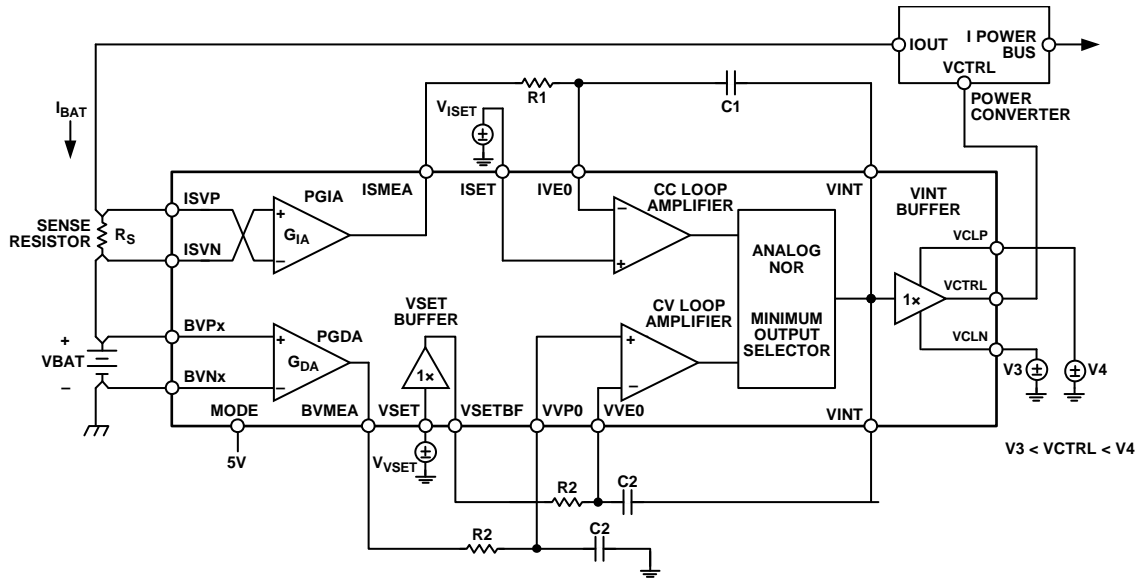


图55. 放电模式(MODE引脚为低电平)下CC和CV环路的功能框图

图55是放电模式(MODE逻辑引脚为低电平)下AD8450 CC和CV反馈环路的功能框图。放电模式下,反馈环路的工作方式与充电模式相似。唯一的区别是CV环路放大器,它在放电模式下用作同相积分器。作为示例,连接到环路放大器的外部网络是简单的RC网络,用以构成单极积分器(参见图55)。

## 补偿

在电池化成与测试系统中,CC和CV反馈环路的开环增益和交越频率明显不同,因此,各环路需要自己的频率补偿。AD8450 CC和CV环路采用有源滤波器架构,因而各环路的频率响应可通过外部元件独立设置。此外,CC和CV放大器内置开关,因此充电模式下环路的频率响应不影响放电模式下环路的频率响应。

与使用无源接地网络进行频率补偿的简单控制器不同,AD8450允许将反馈网络用于CC和CV环路滤波器放大器。这些网络支持实现PD (Type II)和PID (Type III)补偿器。注意,在充电模式下,CC和CV环路均实现反相补偿器,而在放电模式下,CC环路实现反相补偿器,CV环路实现同相补偿器。因此,放电模式下的CV环路包括一个额外的放大器(VSET缓冲器),用以缓冲反馈网络中的VSET节点(参见图55)。

## VINT缓冲器

单位增益放大器(VINT缓冲器)是一个箝位放大器,用以驱动VCTRL引脚。VCTRL引脚是AD8450的控制输出和电源转换器的控制输入(参见图53和图55)。此放大器的输出电压范围受VCLP和VCLN引脚的箝位电压限制:

$$V_{VCLN} - 0.5 \text{ V} < V_{VCTRL} < V_{VCLP} + 0.5 \text{ V}$$

放大器输出电压范围的缩小是一个安全特性,它使得AD8450能够驱动ADP1972脉宽调制(PWM)控制器等器件,后者的输入电压范围不应超过5.5 V(即ADP1972 COMP引脚的电压应低于5.5 V)。

## MODE引脚, 充电和放电控制

MODE引脚是一个TTL逻辑输入,用以将AD8450配置为充电或放电模式。逻辑低电平( $V_{MODE} < 0.8 \text{ V}$ )对应于放电模式,逻辑高电平( $V_{MODE} > 2 \text{ V}$ )对应于充电模式。在AD8450内部,MODE引脚可切换CC和CV环路放大器中的所有SPDT开关并反转PGIA的增益极性。

## 过流和过压比较器

AD8450内置过流保护(OCP)和过压保护(OVP)比较器,用以检测电池过压和过流状况。这些比较器的输出通过NOR逻辑门合并,因此当任一比较器跳变时,FAULT引脚都会变为逻辑低电平(参见图49)。

OCP和OVP比较器可以通过两种方式来检测故障。在图56所示的配置中,ISMEA和BVMEA引脚的电压经分压后与AD8450的内部2.5V基准电压相比较。这种配置中,当出现以下条件时,FAULT引脚变为逻辑低电平(故障状况):

$$V_{ISMEA} > \frac{R1 + R2}{R2} \times 2.5 \text{ V}$$

或者

$$V_{BVMEA} > \frac{R3 + R4}{R3} \times 2.5 \text{ V}$$

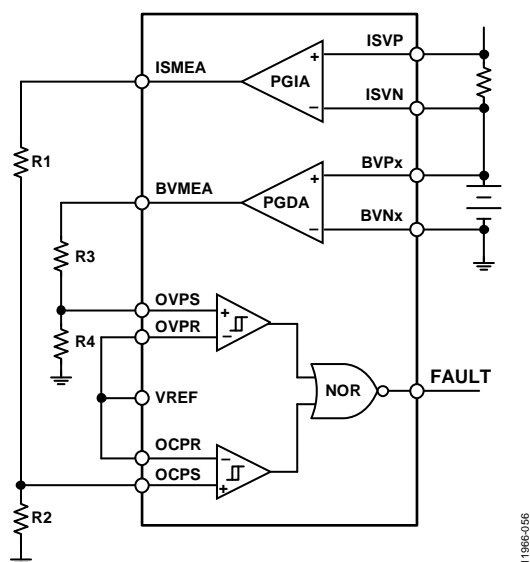


图56. 使用内部基准电压源的OVP和OCP比较器配置

11986-056

另一种方式是,PGIA和PGDA的输出端可以直接连到比较器的检测输入端(OCPS和OVPS引脚),从而将ISMEA和BVMEA引脚的电压与外部基准电压 $V_{OCP\_REF}$ 和 $V_{OVP\_REF}$ 相比较(参见图57)。这种配置中,当出现以下条件时,FAULT引脚变为逻辑低电平(故障状况):

$$V_{ISMEA} > V_{OCP\_REF}$$

或者

$$V_{BVMEA} > V_{OVP\_REF}$$

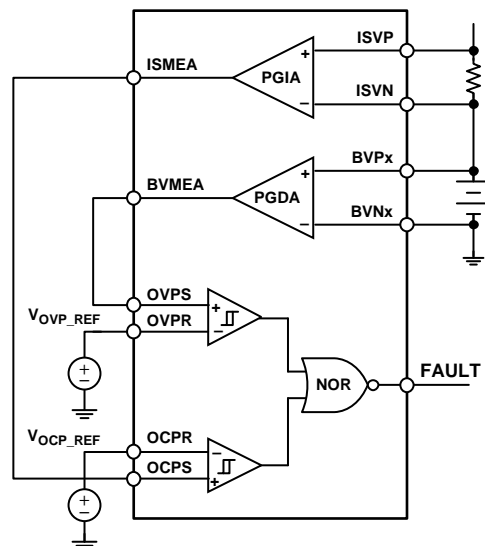


图57. 使用外部基准电压源(例如DAC)的OVP和OCP比较器配置

11986-057

## 均流总线 and IMAX 输出

作为电池组或模块的一部分，用来调理电池单元的电池化成与测试系统需要电路来平衡各单元的充电电流。在充电/放电过程中，电流平衡或均流(CS)可通过主动地让构成电池组或模块的各单元的电流保持一致来实现。

均流总线放大器是一个精密单位增益专用放大器，其输出级只能上拉其输出节点(CSH引脚)。该放大器配置为单位增益缓冲器，其输入端连接到ISMEA引脚(PGIA的输出端)。如果CSH引脚保持断开状态，该引脚的电压将是ISMEA引脚电压的副本。

图58是均流电路的功能框图。本例中，通道0至通道n各自给构成电池组或模块的一个电池单元充电。

各通道的CS输出连接到公共总线(标记为CS总线)，由CS缓冲放大器缓冲后输出到IMAX引脚。

利用外部电阻，非专用运算放大器配置为差动放大器来测量IMAX和ISMEA节点的电压差。

充电过程中，由于电池单元的不匹配，各通道中的充电电流(因而ISMEA引脚的电压)略有不同。由于CS总线放大器由相应的PGIA驱动，并且其输出级只能上拉其输出节点，因此需要最高电压的放大器将会控制CS总线，CS总线的电压将被上拉以与具有最大电池电流的通道的ISMEA电压保持一致。

各通道中非专用运算放大器的输出电压与该通道电池电流和最大电池电流之差成正比。此输出电压可用于形成一个反馈环路来主动纠正通道电池电流。

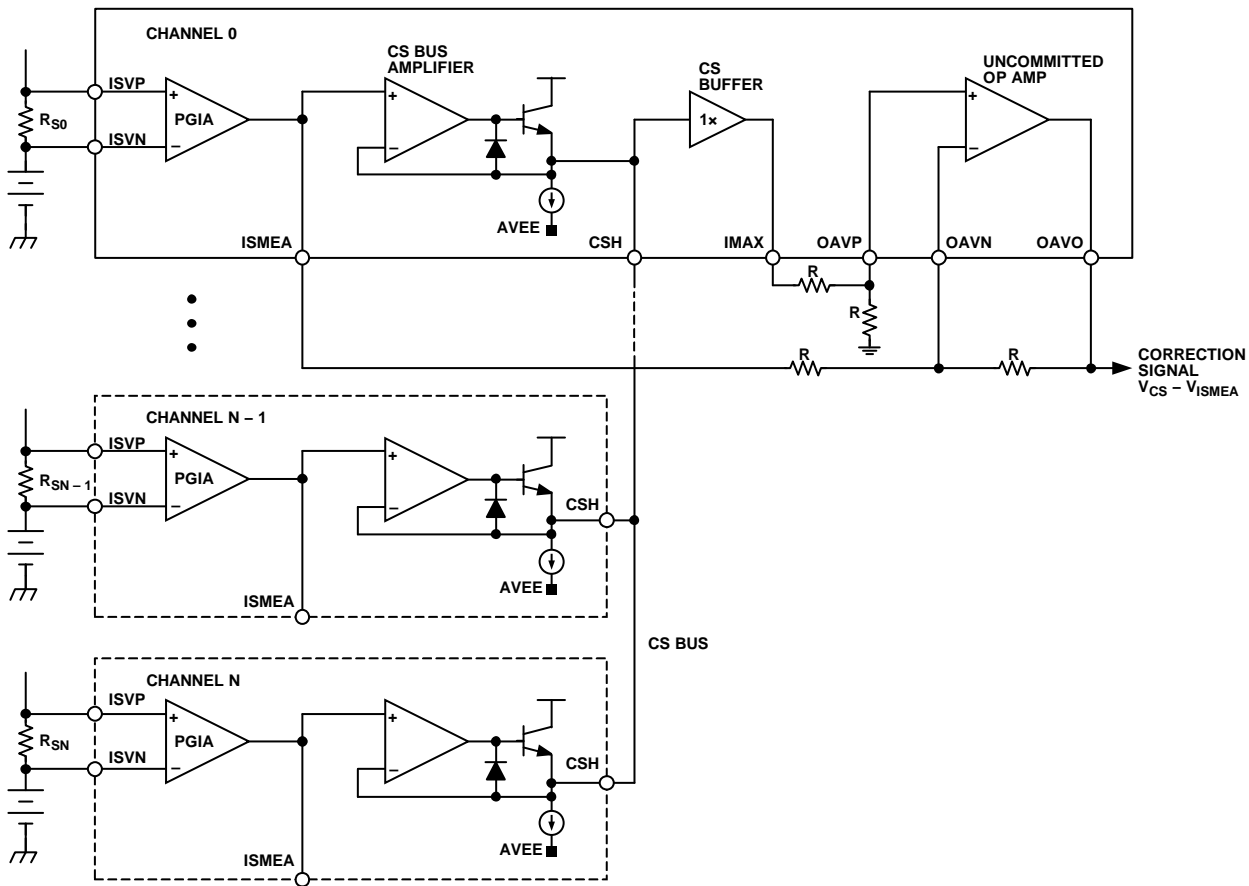


图58. 均流电路的功能框图

11966-058

## 应用信息

本部分说明在电池化成与测试系统中如何使用AD8450。本部分包括一个实际系统的小型模型设计示例。ADI公司提供AD8450评估板，详情参见“评估板”部分。

### 功能描述

AD8450是一款用于电池化成与测试系统的精密模拟前端和控制器。此类系统利用精密控制器和功率级使电池经历充电和放电周期。图59显示了一个采用AD8450控制器和ADP1972 PWM控制器的简化开关电池化成与测试系统的信号路径。有关ADP1972的更多信息，参见ADP1972数据手册。

AD8450适用于NiCad、NiMH和Li-Ion电池化成与测试系统，可配合线性和开关功率级工作。

AD8450包括以下模块(更多信息参见图49和“工作原理”部分):

- 引脚可编程增益仪表放大器(PGIA)，用于检测低端或高端电池电流。
- 引脚可编程增益差动放大器(PGDA)，用于测量电池的端子电压。
- 两个环路滤波器误差放大器，用于接收电池目标电流和电压，并确定恒流(CC)和恒压(CV)反馈环路的动态特性。

- 最小输出选择器电路，它将环路滤波器误差放大器的输出合并以执行CC到CV自动切换。
- 输出箝位放大器，用于驱动VCTRL引脚。此放大器的电压范围受VCLP和VCLN引脚的电压限制，不能超过下一级的范围。输出箝位放大器可以驱动开关和线性电源转换器。注意，VCTRL引脚的电压提高时，电源转换器的输出电流也必须增大。
- 过流和过压比较器，其输出通过NOR门合并以驱动FAULT引脚。任一比较器跳变时，FAULT引脚输出逻辑低电平。
- 2.5 V基准电压源，可用作过流和过压比较器的基准电压。2.5 V基准电压源的输出节点是VREF引脚。
- 均流放大器，用于检测多个充电通道中的最大电池电流，其输出可用于实现电流平衡。
- 逻辑输入引脚(MODE)，用于将控制器的配置从充电模式变为放电模式。MODE引脚为逻辑高电平时，配置充电模式；逻辑低电平则配置放电模式。

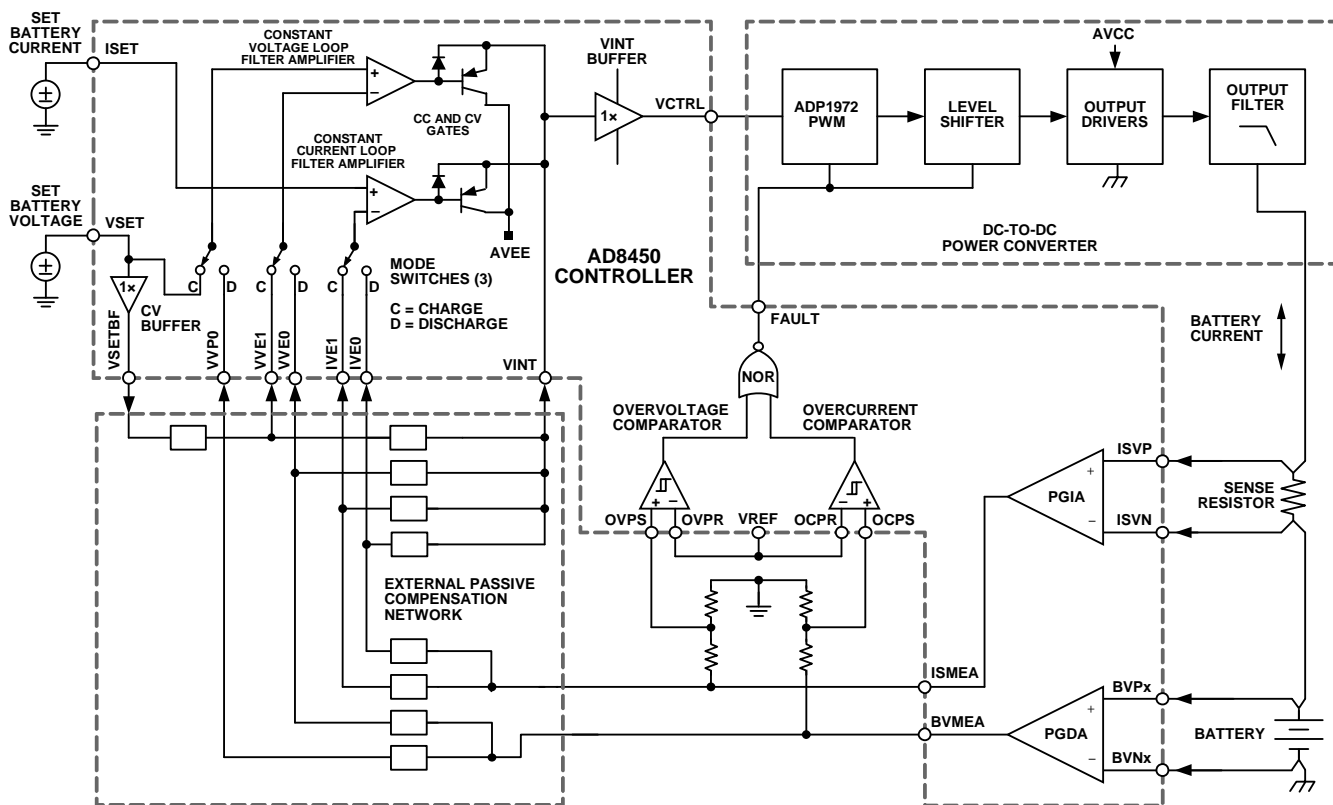


图59. 适合锂离子电池的电池测试或化成系统的完整信号路径

# AD8450

## 电源连接

AD8450需要两个模拟电源(AVCC和AVEE)、一个数字电源(DVCC)、一个模拟地(AGND)和一个数字地(DGND)。AVCC和AVEE为所有模拟模块供电,包括PGIA、PGDA、运算放大器和比较器。DVCC为MODE输入逻辑电路和FAULT输出逻辑电路供电。AGND为2.5 V基准电压源提供一个参考和返回路径, DGND为数字电路提供一个参考和返回路径。

AVCC – AVEE的绝对最大额定值为36 V, AVCC和AVEE的最小工作电压分别为+5 V和-5 V。由于AD8450模拟模块具有高PSRR, 因此AVCC可以直接连到高电流电源总线(电源转换器的输入电压), 高PSRR可防止电源噪声注入控制器输出。

常用电源组合是AVCC和AVEE分别为+25 V和-5 V, DVCC为+5 V。+25 V AVCC轨为PGIA提供足够大的裕量, 使其可以用于最多含四个串联电池(4S)的高端电流检测配置。-5 V AVEE轨允许PGDA检测电池意外反接状况(参见“电池反接状况”部分)。

所有电源引脚都要连接去耦电容。建议使用1 μF电容和0.1 μF电容的并联组合。

## PGIA连接

关于PGIA的说明, 参见“工作原理”部分、图49和图51。PGIA的内部增益(26、66、133和200)通过连接适当的引脚组合来选择(参见表5)。

表5. PGIA增益连接

| PGIA增益 | RGP(引脚2)连接到 | RGN(引脚19)连接到 |
|--------|-------------|--------------|
| 26     | ISGP0 (引脚4) | ISGN0 (引脚17) |
| 66     | ISGP1 (引脚6) | ISGN1 (引脚15) |
| 133    | ISGP2 (引脚8) | ISGN2 (引脚13) |
| 200    | ISGP3 (引脚9) | ISGN3 (引脚12) |

如需不同的增益值, 需要将10 kΩ反馈电阻连接在PGIA前置放大器的反相输入端(RGP和RGN引脚)与PGIA前置放大器的输出端(RFBP和RFBN引脚)之间, 并将一个增益电阻(R<sub>G</sub>)连接在RGP和RGN引脚之间。使用外部电阻时, PGIA增益为:

$$\text{增益} = 2 \times (1 + 20 \text{ k}\Omega / R_G)$$

## 电流传感器

电流传感器有两个常见选择: 隔离电流检测传感器和分流电阻。隔离电流检测传感器与电源转换器电流隔离, 受开关模式电源产生的高频噪声的影响较小。分流电阻则更便宜, 易于使用。

如果使用分流电阻传感器, 建议使用4端子低阻值分流电阻, 其中两个端子导通电池电流, 另外两个端子几乎不导通电流。不导通电流的端子是检测端子, 利用AD8450的PGIA等放大器来测量电阻上的压降(从而得到流经其中的电流)。为将PGIA与电流传感器接口, 应将传感器的检测端子连接到AD8450的ISVP和ISVN引脚(参见图60)。

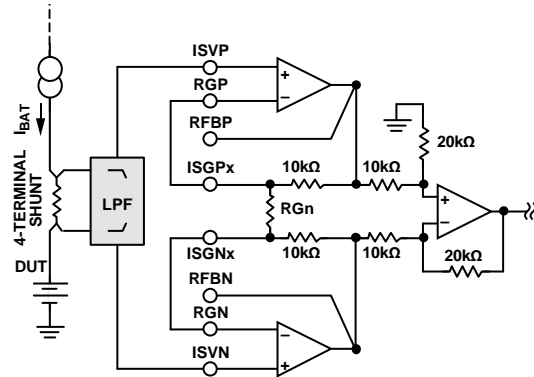


图60. 4端子分流电阻连接到电流检测PGIA

## 可选低通滤波器

AD8450既能控制线性稳压器, 也能控制开关电源转换器。线性稳压器一般无噪声, 开关模式电源转换器则会产生开关噪声。在电流传感器与PGIA输入端之间外接一个差分低通滤波器可以降低注入PGIA的开关噪声(参见图60)。

## PGDA连接

关于PGDA的说明, 参见“工作原理”部分、图49和图52。PGDA的内部增益(0.2、0.27、0.4和0.8)通过将适当的输入对连接到电池端子来选择(参见表6)。

表6. PGDA增益连接

| PGDA增益 | 电池正极连接到     | 电池负极连接到     |
|--------|-------------|-------------|
| 0.8    | BVP0 (引脚25) | BVN0 (引脚31) |
| 0.4    | BVP1 (引脚24) | BVN1 (引脚32) |
| 0.27   | BVP2 (引脚23) | BVN2 (引脚33) |
| 0.2    | BVP3 (引脚22) | BVN3 (引脚34) |

设置PGDA增益值, 以将最多四个5 V串联电池单元的电电压衰减到4 V的满量程电压。例如, 利用0.8的增益可将5 V电池电压衰减到4 V, 利用0.2的增益可将20 V电池电压(四个5 V串联电池)衰减到4 V。通过这种电压调整, 便可利用5 V ADC来在BVMEA输出引脚上读取电池电压。

## 电池反接状况

AD8450 PGDA的输出电压可用来检测电池反接状况。当电池反接时，-5 V AVEE轨可使PGDA的输出低于地。因此，通过监控BVMEA引脚的电压是否为负值，即可知道是否反接。

## 电池电流和电压控制输入(ISET和VSET)

ISET和VSET输入引脚的电压用来设置恒流(CC)和恒压(CV)环路的电池目标电流和电压。这些输入应由精密电压源(或连接到精密基准源的DAC)驱动，其输出电压参考的电压与PGIA和PGDA基准引脚(分别是ISREFH/ISREFL和BVREFH/BVREFL)参考的电压相同。例如，若PGIA基准引脚连接到AGND，则连接到ISET的电压源也应参考AGND。同样，若PGDA基准引脚连接到AGND，则连接到VSET的电压源也应参考AGND。

在恒流模式下，当CC反馈环路处于稳态时，ISET输入将电池电流设置为：

$$I_{BAT\_SS} = \frac{V_{ISET}}{G_{IA} \times R_S}$$

其中：

$G_{IA}$ 为PGIA增益。

$R_S$ 为分流电阻的值。

在恒压模式下，当CV反馈环路处于稳态时，VSET输入将电池电压设置为：

$$V_{BAT\_SS} = \frac{V_{VSET}}{G_{DA}}$$

其中 $G_{DA}$ 为PGDA增益。

因此，电池化成与测试系统的精度和温度稳定性不仅取决于AD8450的精度，还取决于ISET和VSET输入的精度。

## 环路滤波器放大器

AD8450有两个环路滤波器放大器，也称为误差放大器(参见图59)。一个放大器用于恒流控制(CC环路滤波器放大器)，另一个放大器用于恒压控制(CV环路滤波器放大器)。这些放大器的输出通过最小输出选择器电路合并，以便执行CC到CV自动切换。

表7列出了充电模式和放电模式下环路滤波器放大器的输入。

表7. 积分器输入连接

| 反馈环路功能     | 基准输入 | 反馈引脚 |
|------------|------|------|
| 控制电池放电时的电流 | ISET | IVE0 |
| 控制电池充电时的电流 | ISET | IVE1 |
| 控制电池放电时的电压 | VSET | VVE0 |
| 控制电池充电时的电压 | VSET | VVE1 |

充电模式下的CC和CV放大器以及放电模式下的CC放大器是反相积分器，放电模式下的CV放大器则是同相积分器。因此，放电模式下的CV放大器使用一个额外的放大器(VSET缓冲器)来缓冲VSET输入引脚(参见图49)。此外，放电模式下的CV放大器使用VVP0引脚将BVMEA引脚的信号耦合到积分器。

## 连接PWM控制器(VCTRL引脚)

AD8450的VCTRL输出引脚设计用于与线性电源转换器和ADP1972等脉宽调制(PWM)控制器接口。VCTRL输出引脚的电压范围受VCLP和VCLN引脚的电压限制：

$$V_{VCLN} - 0.5 \text{ V} < V_{VCTRL} < V_{VCLP} + 0.5 \text{ V}$$

ADP1972 COMP引脚的最大额定输入电压为5.5 V，因此应将输出放大器的箝位电压连接到+5 V (VCLP)和地(VCLN)，防止COMP输入超范围。作为额外的防护措施，可将一个外部5.1 V齐纳二极管连接在COMP引脚与地之间，并在VCTRL与COMP引脚之间连接一个1 kΩ串联电阻。欲了解其它应用信息，请参阅ADP1972数据手册。

考虑到AD8450的架构，控制器要求VCTRL引脚的电压提高时，电源转换器的输出电流也必须增大。若非如此，可在AD8450输出端串联一个单位增益反相放大器，以增加额外的反转。

## 过压和过流比较器

过压和过流比较器的基准输入可以利用外部基准电压源或内部2.5 V基准电压源(相邻的VREF引脚)驱动。如果使用外部基准电压源，则检测输入可由PGIA和PGDA输出节点(分别为ISMEA和BVMEA)直接驱动。如果使用内部2.5 V基准电压源，则检测输入可由衰减ISMEA和BVMEA节点电压的电阻分压器驱动。更多信息参见“过流和过压比较器”部分。

## 逐步设计示例

本部分说明采用AD8450控制器和ADP1972脉宽调制(PWM)控制器的1 A电池充电器/放电器的系统化设计。本设计采用的电源转换器是一个非隔离式降压升压DC-DC转换器。目标电池是4.2 V完全充电、2.7 V完全放电的锂离子电池。

### 第一步：设计开关电源转换器

选择降压升压电源转换器的开关和无源元件以支持最大1 A的电池电流。电源转换器的设计超出了本数据手册的范围，集成驱动器电路和功率MOSFET输出器件制造商提供了许多应用笔记和其它有用文件可供参考。

### 第二步：确定ADP1972的控制电压范围

ADP1972的控制电压范围(COMP输入引脚的电压范围)是0.5 V到4.5 V。4.5 V的输入电压产生最高占空比和输出电流，0.5 V的输入电压则产生最低占空比和输出电流。由于COMP引脚直接连到AD8450的VCTRL输出引脚，因此电池电流与VCTRL引脚电压成正比。

有关ADP1972与电源转换器开关如何接口的信息，参见ADP1972数据手册。

### 第三步：确定CV环路的控制电压和PGDA增益

CV环路的控制电压(VSET引脚的电压)、电池目标电压和PGDA增益之间具有如下关系：

$$\text{CV电池目标电压} = \frac{V_{\text{VSET}}}{\text{PGDA Gain}}$$

充电模式下，CV电池目标电压为4.2 V时，0.8的PGDA增益可使PGDA的动态范围达到最大。因此，将CV控制电压选定为3.36 V。放电模式下，CV电池目标电压为2.7 V时，CV控制电压为2.16 V。

### 第四步：确定CC环路的控制电压、分流电阻和PGIA增益

CC环路的控制电压(ISET引脚的电压)、电池目标电流和PGIA增益之间具有如下关系：

$$\text{CC电池目标电流} = \frac{V_{\text{ISET}}}{R_s \times \text{PGIA Gain}}$$

分流电阻上的电压计算如下：

$$\text{分流电阻电压} = \frac{V_{\text{ISET}}}{\text{PGIA Gain}}$$

选择最高PGIA增益200可降低分流电阻上的电压，使功耗和自热引起的误差最小。PGIA增益为200且目标电流为1 A时，选择20 mΩ分流电阻将得到4 V的控制电压。

选择分流电阻时，应考虑电阻样式和结构。对于低功耗应用，有许多温度稳定型SMD式电阻可焊接到印刷电路板(PCB)的散热焊盘上。为获得最高精度，应选择具有驱动和检测端子的分流电阻。对于此类电阻，电池电流流过驱动端子，电阻的压降在检测端子上读取。

### 第五步：选择控制电压源

输入控制电压(ISET和VSET引脚的电压)可以通过基准电压源等模拟电压源产生，或通过数模转换器(DAC)产生。两种情况下均应选择能够提供稳定的低噪声输出电压的器件。如果偏好DAC，ADI公司有各种精密转换器可供选用。例如，AD5668 16位DAC连接一个外部2 V基准电压源时，最多可提供8路0 V到4 V电压源。

为使精度最高，控制电压源与PGIA和PGDA的输出必须参考相同的电位。例如，若PGIA和PGDA基准引脚连接到AGND，则控制电压源的基准引脚也应连接到AGND。

### 第六步：选择补偿器件

反馈控制的开关电源转换器需要频率补偿来保证环路稳定性。关于此类电源转换器的补偿设计，有许多资料可供参考。AD8450为CC和CV控制环路提供了有源环路滤波器误差放大器，可利用外部无源元件来实现PI、PD和PID补偿器。





# AD8450

表8. AD8450-EVALZ测试开关及功能

| 开关        | 功能                    | 操作   | 默认位置 <sup>1</sup> |
|-----------|-----------------------|--|-------------------|
| IS_SEL    | 选择用于PGIA的两个输入源中的一个    | IS_SEL开关将PGIA差分输入连接在25 Ω RSH精密分流电阻两端(CUR位置), 或连接到输入SMA连接器DRV_ISVP和DRV_ISVN(DRV位置)。                 | DRV               |
| ISGN      | PGIA增益开关              | ISGN开关选择四个固定增益值中的一个: 26、66、133或200。  | 不适用               |
| CC        | 恒流充电/放电开关             | CC开关选择模拟锂离子电池的4.096 V低噪声精密基准电压源(ADR4540)。对于充电模式(CHG位置)和放电模式(DIS位置), ADR4540分别流出和流入电流, 因而无需使用实际的电池。 | CHG               |
| CV        | 恒压充电/放电开关             | CV开关将电阻RB的低端接地(CHG位置), 或连接到4.096 V模拟锂离子电池(DIS位置)。  | CHG               |
| DRV_BVP   | PGDA正输入的內部/外部输入电压开关   | 此开关的INT位置将PGDA的同相输入端连接到分流电阻的低端。EXT位置选择SMA DRVBVP。  | EXT               |
| BVGN      | PGDA增益开关              | BVGN开关选择四个固定增益值中的一个: 0.2、0.27、0.4或0.8。   | 不适用               |
| SBREFH    | 选择BVREFH引脚的输入源选项      | SBREFH开关选择VREF或BVREFL。连接到VREF时, PGDA的输出偏移大约5 mV。   | 低                 |
| SBREFL    | 选择BVREFL引脚的输入源选项      | SBREFL开关选择GND或SMA连接器DRV_BREFL(EXT位置)。  |                   |
| MODE      | 选择充电或放电模式             | MODE开关选择CHG(逻辑高电平)或DISCH(逻辑低电平)。   | CHG               |
| FAULT_REF | 选择过驱比较器的输入源选项         | FAULT_REF开关选择板载2.5 V基准电压源或DRVOVPR和DRVOCPR (DRV)外部测试环路。   | 2.5 V             |
| VSET      | 选择内部2.5 V基准电压源或外部控制电压 | 为方便测试, 将开关移到REV位置并在VSETBF、VINT和VCTRL测量2.5 VDC。否则, 应通过SMA EXT_VSET施加一个测试输入电压。                       | DRV               |
| VCLN      | VCTRL的负箝位             | VCLN开关选择VCLN引脚的地(高电平)或-5 V(低电平)。   | 低                 |
| VCLP      | VCTRL的正箝位             | VCLP开关选择VCLP引脚的+25 V(高电平)或+5 V(低电平)。   | 低                 |
| DRV_I_OUT | 选择VCTRL的输出            | DRV_I_OUT开关选择1 mA电流源(INT位置)或外部SMA DRV_VCTRL(OUT位置)。  | INT               |
| ISREFHI   | 选择ISREFH引脚的输入         | ISREFHI开关选择2.5 V(EXT位置)或将ISREFL引脚连接到ISREFH引脚(REFLO位置)。   | REFLO             |
| ISREFLO   | 选择ISREFL引脚的输入         | ISREFLO开关选择地(GND位置)或SMA DRV_ISREFL(EXT位置)作为ISREFL引脚的输入。  | GND               |

<sup>1</sup> N/A表示不适用。

## 评估AD8450

原理图上的缩写TL和TP分别表示测试环路和测试引脚。测试之前, 在SHRB和GND\_BVN接头上安装跳线, 在R7、R8、R11和R12上安装跳线。AVCC连接+25 V, AVEE连接-5 V, DVCC连接+5 V。

## 测量PGIA增益

在TL ISVP和TL ISVN上施加10 mV DC(为预防起见, 将ISVN接地)。使用ISGN开关选择PGIA的所有增益选项。以地为参考, 测量TL ISMEA和TL IMAX的输出电压。增益为26、66、133和200时, 输出电压分别为260 mV、660 mV、1.33 V和2 V。计算增益前, 务必从输出读数中减去偏移电压。

## 20 mV偏移

为了测试评估板, 将PGIA输入TP ISVP至TP ISVN短路连接到一个黑色接地环路。输出等于0 V ± 偏移电压乘以增益。将ISREFLO开关移到EXT位置, 并将ISREFHI开关移到20mV (EXT)位置。输出提高20 mV。

## 电池电压PGDA测试

电池电压差动放大器有四个增益选项: 0.8、0.4、0.27和0.2, 通过4位BVGN滑动开关选择。将SBREFH开关设置到LOW位置, 将SBREFL开关设置到GND位置。PGDA放大器的测试方法与电池电流检测放大器相同。在2引脚GND\_BVP接头的引脚1与地之间施加1 VDC。在BVMEA测试焊盘上测量输出电压。输出电压分别为0.8 V、0.4 V、0.27 V和0.2 V。

### 过载比较器

为了防止电池受损，AD8450内置相同的过流(OCPS引脚)和过压(OVPS引脚)故障检测比较器。FAULT\_REF开关选择外部基准输入或内部2.5 V基准电压源。比较器的输出进行线“或”处理，发生过驱事件时变为低电平有效。

为了测试比较器，选择FAULT\_REF开关的2.5 V位置。OVPS接地(将TL DRVOVPS接地)，并且OCPS测试焊盘接地，FAULT引脚(TL FAULT)电压从0 V切换到+5 V。如果任一比较器上的检测输入超过基准输入，则FAULT输出返回0 V。

### VSET缓冲器

测试时，电压设置(VSET)缓冲器可通过引脚访问。放电或充电过程中，施加最高5 V的电压作为恒定电压(CV)。缓冲器为单位增益，因此应将VSET滑动开关移动到REV位置，并在VSETBF引脚(TP17)输出测得2.5 V。

### CC和CV环路滤波器放大器

恒压(CV)和恒流(CC)积分器是完全相同的电路，并且是主环路补偿和切换模块的两个有源积分器元件(参见图49)。除外部连接外，这两个电路完全一致，按相同方法一个一个地测试。积分器输出进行模拟“或”处理，产生VCTRL输出，随后输入外部PWM控制器。

如图49所示，积分器运算放大器输入分别称为IVE0、IVE1、VVE0、VVE1和VVP0。前两个字母(IV或VV)表示恒流或恒压积分器。第三个字母表示同相输入(P)或反相输入(E表示误差输入)。最后一位(0或1)表示模式电路的状态(0为放电，1为充电)。这些积分器以并联方式连接，因此对任一积分器的静态测试都需要禁用另一个积分器，将其输出驱动到供电轨，并反向偏置晶体管/二极管栅极。

利用从TP 2.5和TL VREF26到SMA\_EXT\_VSET(VSET开关处于DRV位置)和TL ISET的跳线，对两个积分器施加2.5 V基准电压源。对于这两个测试，MODE开关均应设置到CHG位置。

### CC积分器测试

要测试CC积分器，请执行以下步骤：

1. 将VVE1引脚接地(在TP23或TP24至TP20之间连接跳线)，禁用CV积分器。
2. 在VINT和IVE1引脚之间(TP11至TP13)连接跳线。VCTRL输出测试焊盘读出2.5 V。

### CV积分器测试

要测试CV积分器，请执行以下步骤：

1. 将IVE1引脚接地(在TP9或TP11至一个黑色测试环路之间连接跳线)，禁用CC积分器。
2. 在VINT和VVE1引脚之间(TP19至TP23)连接跳线。VCTRL输出测试焊盘读出2.5 V。

### 非专用运算放大器

将非专用运算放大器配置为跟随器(在TP OAVN和TP OAVP之间连接跳线)，并在输入端施加基准电压(在TP 2.5和TP OAVP之间连接跳线)。输出为2.5 V。

### 4.096 V基准电压源

在4.096V测试点测量电压。应读出4.096 V。

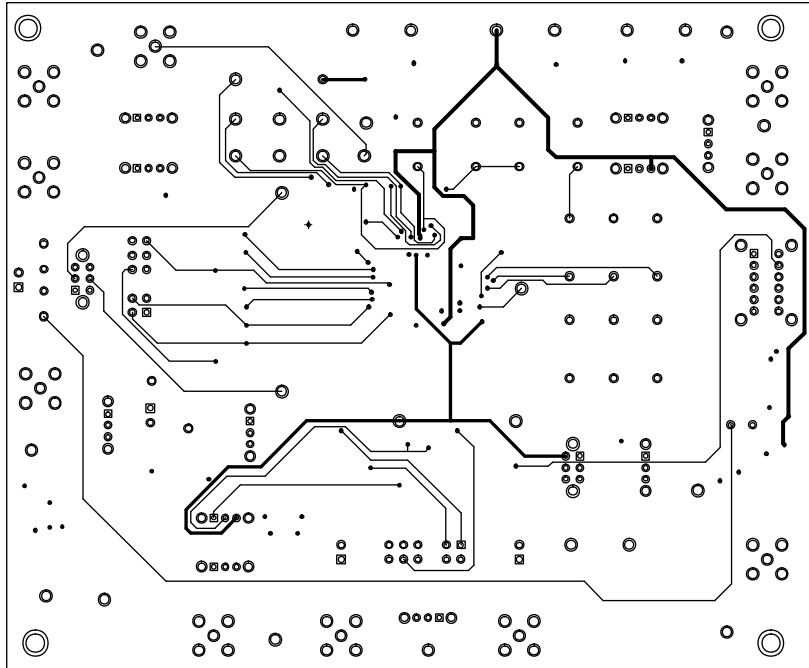
### 1 mA电流源

1 mA电流源在A2输入端提供1 mA (5 V)电流。测试该电路时，评估板上可安装或不安装AD8450。若已安装AD8450，请执行以下步骤：

1. 将MODE开关移到CHG位置。在TP11和TP13之间连接跳线，将CC积分器配置为跟随器。在TP23和TP20之间连接跳线，并将VSET开关设置到REV位置，以禁用CV积分器。对TP ISET施加5 V电压。
2. 将CC和CV开关设置到CHG位置，并将DRV\_I\_OUT开关设置到INT位置。
3. 将IS\_SEL开关移到CUR位置。在TP RSHHI和TP RSHLO上测得25 mV。

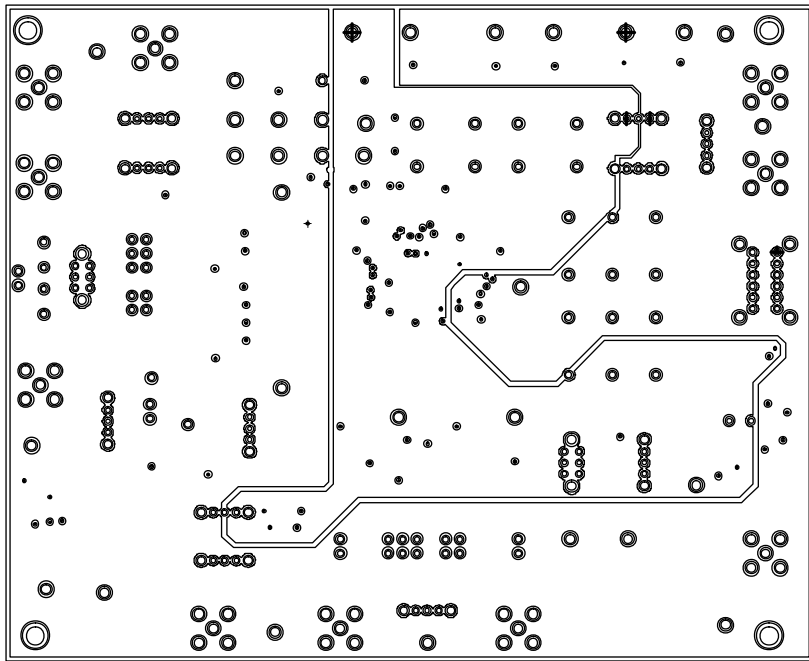






1196E-065

图65. AD8450-EVALZ底层走线图



1196E-066

图66. AD8450-EVALZ电源层

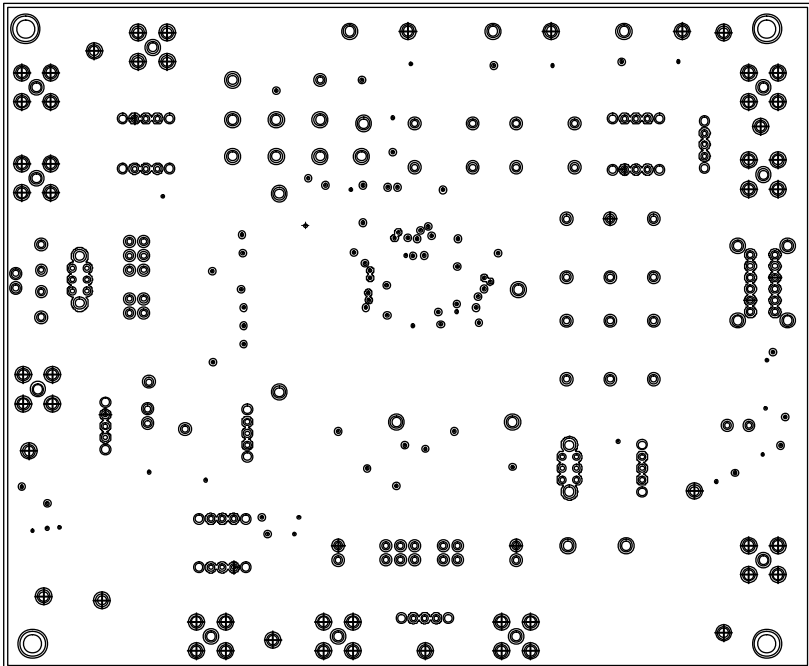
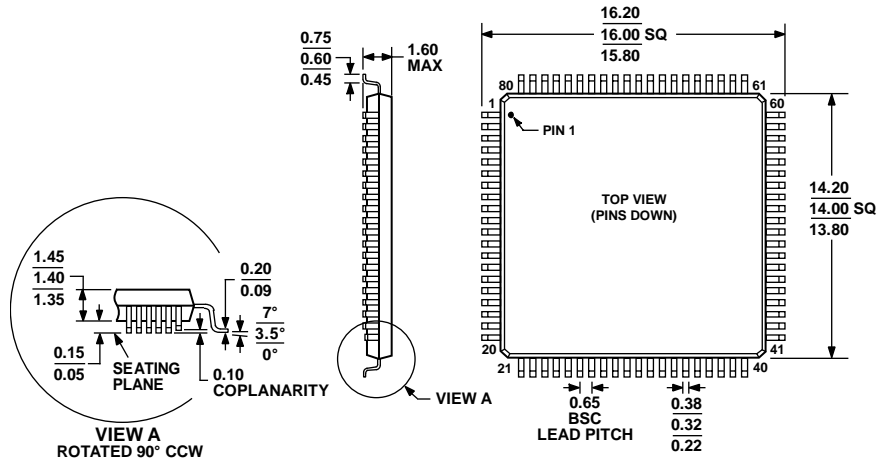


图67. AD8450-EVALZ接地层

11966-067

# AD8450

## 外形尺寸



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MS-026-BEC

图68. 80引脚薄型四方扁平封装[LQFP]  
(ST-80-2)  
尺寸单位: mm

051706-A

### 订购指南

| 型号 <sup>1</sup> | 温度范围        | 封装描述      | 封装选项    |
|-----------------|-------------|-----------|---------|
| AD8450ASTZ      | -40°C至+85°C | 80引脚 LQFP | ST-80-2 |
| AD8450ASTZ-RL   | -40°C至+85°C | 80引脚 LQFP | ST-80-2 |
| AD8450-EVALZ    |             | 评估板       |         |

<sup>1</sup> Z = 符合RoHS标准的器件。