

禾芯荣半导体 · 模拟 IC 技术笔记

HCR8552 零漂移双运放

5 μ V Max · 10MHz · 5V/ μ s

选型、设计、替代与踩坑清单

5 μ V MAX 失调电压	0.005 μ V/ $^{\circ}$ C 温漂	10MHz GBW
5V/ μ s 压摆率	0.75 μ Vp-p 噪声 0.01~10Hz	2 μ s 过载恢复

受众：硬件工程师 · 模拟 IC 选型工程师 · 测试测量 / 传感器前端工程师

定位：不吹「国产替代」，只讲参数、条件、边界和实测注意点

目录

- | | |
|----|---|
| 01 | 先给结论：HCR8552 适合谁，不适合谁 |
| 02 | 自稳零原理：「零漂移」的代价 |
| 03 | 引脚兼容与替代注意：双通道 SOIC-8/MSOP-8 基本 pin-to-pin |
| 04 | 典型案例：3.3V 低边双向电流检测 |
| 05 | 国内外双通道零漂移运放对比 |
| 06 | 电子工程师调试 Checklist |
| 07 | 论坛发帖建议标题 |
| 08 | 总结 |
-

01 先给结论：HCR8552 适合谁，不适合谁

HCR8552 是禾芯荣 HCR8551/8552/8554 系列里的双通道版本，SOIC-8 / MSOP-8 封装，引脚与 AD8552、RS8552、SGM8552、DIO2352 等双通道运放兼容。

芯片实物与核心参数



图 1：HCR8552 SOIC-8 封装实物图

项目	参数
通道数 / 封装	2 通道；SOIC-8、MSOP-8
电源电压	2.7V~5.5V (单电源)
失调电压	±1μV TYP, 5μV MAX
失调温漂	★ ±0.005μV/°C
GBW / 压摆率	★ 10MHz / 5V/μs
输入 / 输出	★ 轨到轨输入、轨到轨输出
0.01~10Hz 噪声	★ 0.75μVp-p
过载恢复	2μs
CMRR / PSRR	130dB TYP
静态电流	约 650μA/通道
ESD / 温度	HBM ±2kV；-40~+125°C

表 1：HCR8552 核心参数速查

适合场景

3.3V/5V 精密传感器前端、双向电流检测、应变桥、热电偶、有源滤波、ADC 前级，需要零漂移+速度的场合。

不适合 / 需谨慎

2.5V 最低供电；ESD 暴露接口无防护；超低功耗 <500μA/ch；需要 8kV HBM；输入经常超电源轨且不限流。

02 自稳零原理：「零漂移」的代价

HCR855X 采用 auto-zero 自稳零架构。简化理解：内部有主放大器和校正/空放大器；自零相位采样失调，存在内部电容；放大相位把校正电压注入主通道，抵消失调。

等效输入失调公式

$$V_{OS,EF} \approx V_{OS,A} + V_{OS,B} / A_B$$

因为校正环路增益 A_B 很大，所以等效失调被压到 μV 级。

工程收益

失调 5μV MAX，温漂 0.005μV/°C，全温误差极小

1/f 噪声被抑制，0.01~10Hz 仅 0.75μVp-p

CMRR/PSRR 典型 130dB，共模和电源变化引起的误差小
无需外部电容，BOM 简单

工程代价（必须知道）

1. 自稳零时钟馈通

高增益时输出可能看到微小高频毛刺。AD8552 内部约 4kHz，HCR8552 手册未给时钟频率，但同类架构都存在。高增益 >40dB 时，可在反馈电阻并联 3.3nF~10nF，或输出加 RC，但会降带宽。

2. 输入偏置电流随温度上升

HCR8552 图 4 显示 25°C 约几十 pA，125°C 升到数百 pA。高阻源要算误差。

3. 容性负载有限

手册阶跃响应测试用 $C_L = 100\text{pF}$ 。直接驱动 >100pF 建议串 50~100Ω 或加 R-C snubber。

4. 过载恢复虽快，但仍非理想

2μs 已优于 AD8552 的 50μs、SGM8552 的 60μs，适合多路 ADC 和 PWM 电流检测。

5. 绝对最大电源有矛盾

HCR8552 表格写 Supply Voltage +Vs to -Vs 最大 6V，正文又提 7V。按 6V 留余量，推荐工作不超过 5.5V。

设计提示

自稳零运放不是「理想运放」——它把低频误差搬到了时钟频率附近。高增益应用一定要检查输出频谱，必要时用反馈电容或输出 RC 滤除时钟馈通。

03 引脚兼容与替代注意

HCR8552 SOIC-8/MSOP-8 引脚与 AD8552、RS8552、SGM8552、DIO2352 的双通道版本引脚一致，可做硬件兼容替换。

引脚定义（SOIC-8 / MSOP-8）

引脚	名称	功能
1	OUTA	A 通道输出
2	-INA	A 通道反相输入
3	+INA	A 通道同相输入
4	-Vs	负电源 / 地
5	+INB	B 通道同相输入
6	-INB	B 通道反相输入
7	OUTB	B 通道输出
8	+Vs	正电源

表 2：HCR8552 引脚定义

替换验证清单（pin-to-pin ≠ drop-in）

带宽变化：HCR8552 10MHz，AD8552 1.5MHz，RS8552 4.5MHz，SGM8552 1.5MHz，DIO2352 1.2MHz。原反馈网络带宽会变大，噪声带宽增加，可能拾取更多高频噪声。

容性负载能力：不同型号驱动能力不同，替换后看阶跃过冲。

ESD 等级：HCR8552 HBM ±2kV，RS8552 ±5kV，SGM8552 8kV，DIO2352 按手册。接口暴露场景要加 TVS/限流。

最低供电：HCR8552 最低 2.7V；SGM8552、DIO2352 可到 2.5V。

绝对最大电源：HCR8552 按 6V 留余量；RS8552 7V；DIO2352 7.5V。5V 系统 OK，但瞬态高压要评估。

单通道不要混：HCR8551 是 SOT23-5，AD8551 是 8 脚，引脚不兼容。

替换警告

pin-to-pin 兼容 ≠ 直接替换。HCR8552 带宽比 AD8552 高 6 倍以上，反馈网络不变的情况下，相位裕度和噪声特性都会变。替换后必须重新验证稳定性和噪声。

04 典型案例：3.3V 低边双向电流检测

这是 HCR855X 手册给出的经典电路，非常适合展示 HCR8552 的双通道价值——一路做差分放大，一路做基准缓冲。

设计目标

电源：3.3V

输入电流：-1A ~ +1A

输出：1.65V ± 1.54V，即 110mV ~ 3.19V

电路结构

U1A 为差分放大器，U1B 为基准缓冲器。Rsense = 100mΩ，R1=R3=1kΩ，R2=R4=15.4kΩ，R5=R6=10kΩ（分压得 1.65V 基准）。R1~R4 用 0.1% 精度，Rsense 用 0.5% 或更好。

传递函数

$$\begin{aligned} V_{OUT} &= V_{SHUNT} \times \text{Gain} + V_{REF} \\ V_{SHUNT} &= I_{LOAD} \times R_{SHUNT} \\ \text{Gain} &= R_4 / R_3 = 15.4k / 1k = 15.4 \\ V_{REF} &= 3.3V \times 10k / (10k + 10k) = 1.65V \end{aligned}$$

误差预算

HCR8552 失调 5μV MAX → 等效电流误差：5μV / 100mΩ = 50μA

温漂 0.005μV/°C × 165°C → 0.825μV，等效 8.25μA

主要误差来源 Rsense 公差、R1~R4 匹配、R5/R6 分压、PCB 热电势

为什么适合 HCR8552

双通道刚好一路差分、一路基准

轨到轨输入覆盖低边共模

轨到轨输出满足 110mV~3.19V

零漂移保证小电流精度

10MHz/5V/μs 适合负载突变和 PWM 电流检测

布局建议

开尔文连接采样电阻；差分走线等长等宽；0.1μF 去耦电容紧贴电源引脚；避免热梯度穿越敏感走线；高阻节点加 guard ring。

05 国内外双通道零漂移运放对比

选取失调、温漂、GBW、压摆率、噪声、过载恢复 6 项关键维度，对数归一化为 0-10 分（越高越好），直观对比各型号综合性能。

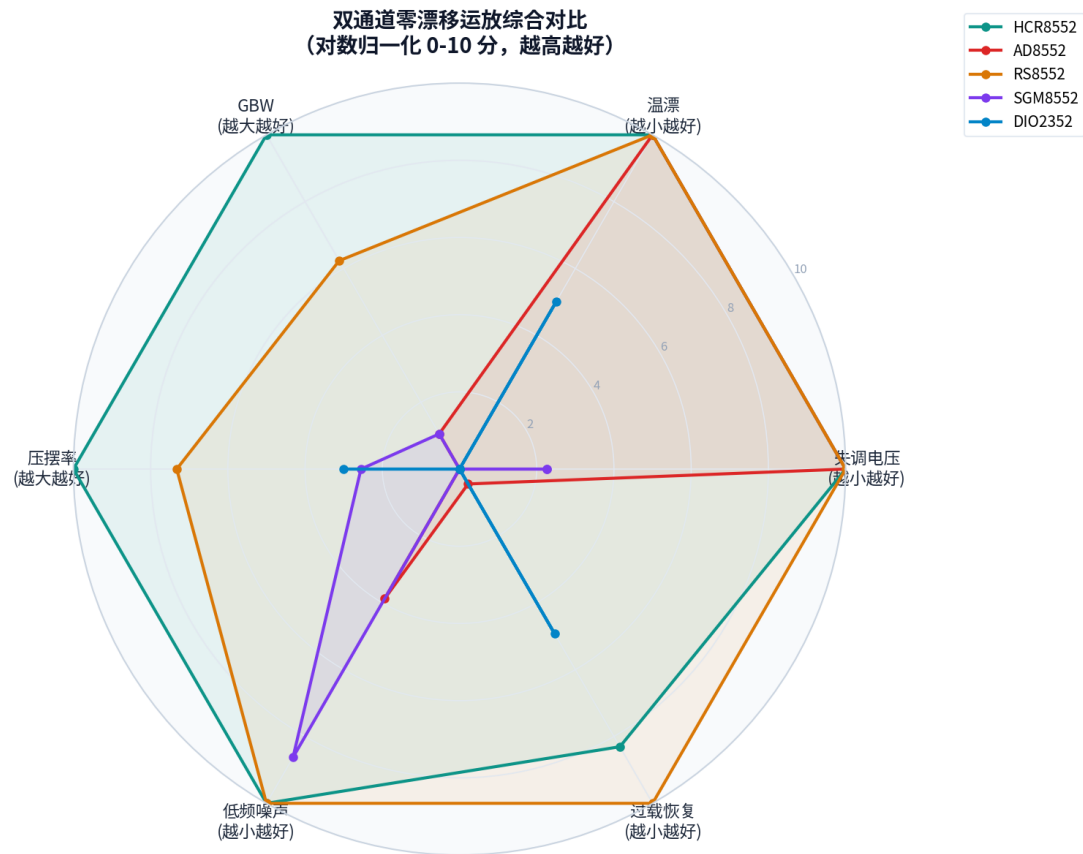


图 1：双通道零漂移运放雷达图（对数归一化 0-10 分，越高越好；数据来自各厂公开手册）

关键参数速查

参数	HCR8552	AD8552	RS8552	SGM8552	DIO2352
失调电压 MAX	★ 5μV	5μV	±5μV	20μV	30μV
温漂	★ 0.005μV/°C	0.005μV/°C	0.005μV/°C	0.02μV/°C	0.01μV/°C
GBW	★ 10MHz	1.5MHz	4.5MHz	1.5MHz	1.2MHz
压摆率	★ 5V/μs	0.5V/μs	2.7V/μs	0.9V/μs	1V/μs
噪声 0.01~10Hz	★ 0.75μVp-p	1.0μVp-p	0.75μVp-p	0.8μVp-p	未列
过载恢复	2μs	50μs	1μs	60μs	8μs
电源范围	2.7~5.5V	2.7~5V	2.7~5.5V	2.5~5.5V	2.5~5.5V
静态电流	650μA/ch	850μA	640μA/ch	930μA	730μA/ch
ESD HBM	±2kV	2kV	±5kV	8kV	按手册

表 3：关键参数速查（★ 绿色 = HCR8552 优势项，红色 = 弱势项；数据来自各厂公开手册）

选型结论

要速度 + 零漂移：HCR8552 优势明显（10MHz GBW，5V/ μ s 压摆率）

要高 ESD：RS8552 (± 5 kV)、SGM8552 (8kV) 更好

要 2.5V 供电：SGM8552、DIO2352 更合适

要经典 AD8552 替代：HCR8552 pin-to-pin，但带宽高 6 倍，需重验稳定性

要最快过载恢复：RS8552 1 μ s，HCR8552 2 μ s，DIO2352 8 μ s

06 电子工程师调试 Checklist

- 1 电源去耦 — 每个电源脚 0.1 μ F 陶瓷电容，紧贴芯片；高阻/噪声电源再加 1~10 μ F。
- 2 输入保护 — 输入超电源轨 0.5V 时，串联电阻限流 $\leq 10\text{mA}$ 。
- 3 输出保护 — 输出电流绝对最大 $\pm 35\text{mA}$ ，短路可持续但注意热阻。SOIC-8 $\theta_{JA}=110^{\circ}\text{C/W}$ ，MSOP-8 $\theta_{JA}=170^{\circ}\text{C/W}$ 。
- 4 热计算 — $P_D = (T_{J\text{MAX}} - T_A) / \theta_{JA}$ ，结温不超过 150°C 。
- 5 自稳零馈通 — 高增益时看输出频谱，必要时反馈并联小电容或输出 RC。
- 6 容性负载 — $>100\text{pF}$ 串 $50\sim 100\Omega$ ，或加 snubber 电路。
- 7 高阻源 — 注意输入偏置电流高温上升，必要时加 guard ring、清洁 PCB、防潮。
- 8 热电势 — 避免异种金属、温度梯度、气流；精密应用用 dummy 元件平衡塞贝克电压。
- 9 替代验证 — 换 HCR8552 后重测阶跃、噪声、CMRR、PSRR、温漂、过载恢复。
- 10 绝对最大额定值 — 电源按 6V 留余量，推荐 5.5V 以内；不要被正文「7V」误导。

记忆口诀

电源去耦贴脚放，输入过压要限流；自稳馈通加反馈，容性负载串电阻；高阻高温算偏流，替换一定重验证。

07 论坛发帖建议标题

适合在 21ic、电子发烧友、知乎、B站 等平台发布的标题参考：

- #1 《5 μ V Max + 10MHz + 5V/ μ s : HCR8552 零漂移双运放工程师选型笔记》
- #2 《替代 AD8552 ? HCR8552 参数、引脚、3.3V 双向电流检测与踩坑》
- #3 《国产零漂移运放对比：HCR8552 vs AD8552 vs RS8552 vs SGM8552 vs DIO2352》
- #4 《为什么你的零漂移运放高增益有毛刺？HCR8552 自稳零馈通与布局建议》
- #5 《HCR8552 数据手册勘误与设计注意事项：电源额定值、热阻、容性负载》

08 总结

HCR8552 的工程价值在于：5 μ V Max 失调、0.005 μ V/ $^{\circ}$ C 温漂、0.75 μ Vp-p 低频噪声，同时给到 10MHz GBW 和 5V/ μ s 压摆率、2 μ s 过载恢复。

双通道 SOIC-8/MSOP-8 与主流零漂移运放 pin-to-pin，适合做 3.3V/5V 精密信号链和双向电流检测。

选型时重点确认

供电电压 最低 2.7V 2.5V 系统不可用	ESD 防护 HBM $\pm$ 2kV 暴露接口加 TVS	绝对最大 电源按 6V 留余量 勿信正文 7V
时钟馈通 高增益看频谱 反馈并小电容	容性负载 >100pF 串电阻 或加 snubber	热阻功耗 MSOP-8 热阻大 注意结温计算

替换原则

替换 AD8552 / RS8552 / SGM8552 / DIO2352 时，不要只看失调——要重新验证带宽、噪声、稳定性和保护。pin-to-pin 只是开始，不是结束。