

连续无创式血压解决方案

无创式血压设备和典型架构

高血压是当今最主要的医疗问题。为了有效地控制高血压，我国于2017年颁布了“国家基层高血压防治管理指南”，并试图通过早期预防来控制高血压患病率。虽然采用传统的袖带式无创式血压（NIBP）设备测量血压的效果已经很好，但使用袖带操作的用户体验不是很好。这类NIBP设备使用柯式音法来监听血液的振动情况，并获取在固定或较长时间间隔（通常超过15分钟）内的收缩压和舒张压。

连续无创式血压（CNIBP）测量是一种实时或以较短时间间隔监测人体收缩压和舒张压的技术。与上述传统的袖带式无创式血压（NIBP）测量不同，CNIBP提供了一种连续、舒适的血压测量方法，可以非常方便地集成于现有的腕带、手表等可穿戴设备平台。

脉冲传输时间（PTT）方法是CNIBP应用中的一个研究热点，其原理是识别体积描记器（PPG）波形的关键特征节点，并计算当前PPG信号和其他参考信号（如体积描记器（PPG）、心电图（ECG）和心冲击描记图（BCG））之间的时间延迟。因此，可采用单独的PPG、多个PPG、PPG+ECG和PPG+BCG几种组合方式，我们以PPG+PPG和PPG+ECG组合为例，如下图1所示。

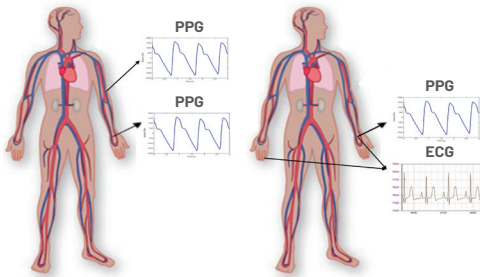


图1.采用不同的传感器组合测量血压

图1左侧显示了适合CNIBP应用的多个PPG解决方案。血压值可以通过多个PPG信号特征点之间的时间延迟来计算，这些特征点需要先用软件进行预处理和识别。放置PPG传感器的位置不是固定的，但要尽可能地获得足够长的延迟时间，在沿着动脉血管的方向上距离越大延时越大。因此，如果紧凑型可穿戴设备的传感器放置非常紧凑，我们必须能够更快地获取数据。此外，获得的PTT与绝对时间延迟无关，需要通过算法获得最终血压。

图1右侧显示了用于CNIBP解决方案的PPG和ECG组合。在这种情况下，PPG信号是在单手的手腕或手指上获取，而ECG信号则是在双手上获取。我们必须在时域上同步并追踪信号，以方便后续的数据及算法处理，如图2所示同步后的PPG和ECG信号。

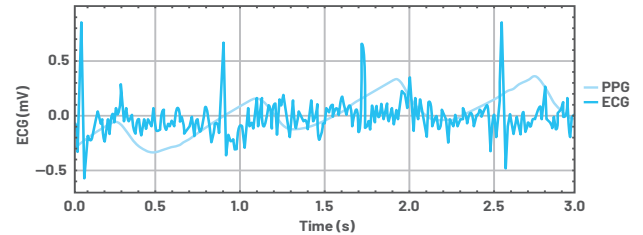


图2.同步PPG和ECG信号

设计考虑和主要挑战

▶ 多传感器同步

- 更高的采样速率，以获得较佳的时序精度
- 使用单独的同步ADC进行数据采集
- 多个传感器共用一个具有固定通道延迟时间的ADC

▶ 适应多个传感器共用一个具有固定通道延迟时间的ADC

- 多个传感器共用一个具有固定通道延迟时间的ADC
- 毛发皮肤效应，头发提供镜面反射路径以及比正常信号更强的回光
- 运动效应，运动使PPG信号漂移并改变光传输路径
- 环境光效应，必须抑制并为正常信号留足够的空间

▶ 人体工程学设计

- 易于使用
- 防止误操作设计
- 高度可靠、高灵敏度的传感器设计

▶ 传感器技术

- 多传感器融合，例如同步PPG和ECG信号，以便尽量减少信号延迟的影响
- 选择具有良好生物兼容性的传感器材料，尤其对ECG电极而言
- 低功耗下具有高灵敏度

▶ 电池寿命和功耗

- 受电池尺寸限制，可穿戴设备需要低功耗设计
- 提供能量采集功能，以增强电池寿命
- 选择低功耗传感器和深度FIFO，以便尽量缩短处理器的唤醒时间
- 低功耗处理器和外设

▶ 连接技术

- 需要低功耗蓝牙、WIFI连接以访问其他智能设备
- 数据同步和应用程序自动升级

ADI公司的整体解决方案

ADI公司提供大量的高集成度PPG AFE、ECG AFE、低功耗MCU、电源管理解决方案和灵活的分立元件，使可穿戴CNIBP应用的产品质量和可靠性达到最佳程度。此外，ADI公司还提供评估板、仿真工具和应用程序专业技术，为客户的设计和开发工作提供支持。

此APM由三部分组成：

主信号链——分立元件

主信号链——基于集成模拟前端

电源解决方案

主信号链——分立元件

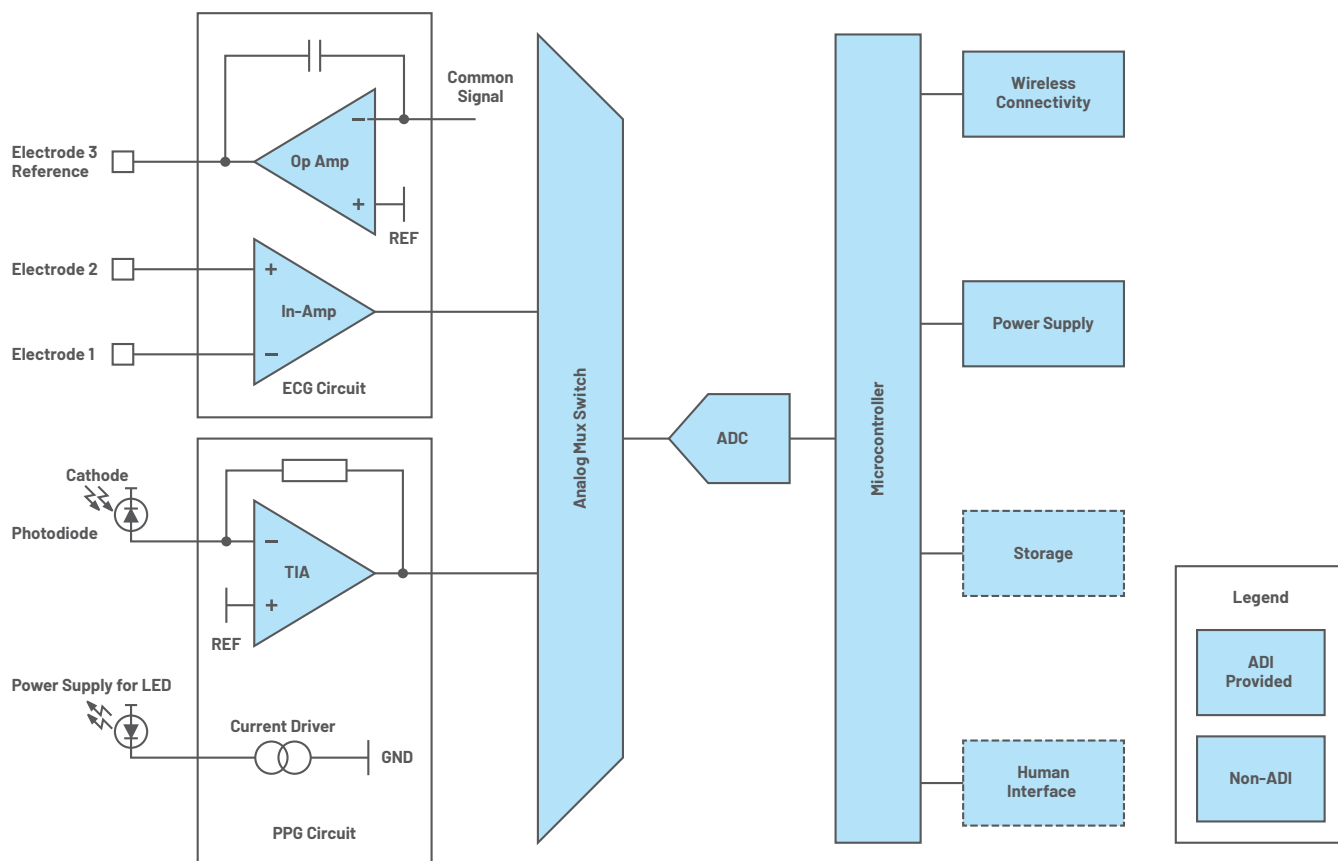


图3.集成分立元件解决方案的多传感器融合

注：上述信号链代表智能可穿戴医疗健康设备系统。在具体设计中，模块的技术要求可能不同，但下表列出的产品代表了满足部分要求的ADI解决方案。

图3显示了集成分立元件解决方案的多传感器融合图，使用模拟MUX开关很容易扩展更多的传感器。这些传感器通过模拟MUX开关、ADC扫描进行同步，并逐个采集传感器数据，采样时间间隔取决于ADC采样速率和通道数，而且是固定的。

表 1.

微处理器	ECG电路 仪表放大器	ECG电路 运算放大器	PPG电路 TIA放大器	光电二极管	ADC	无线	模拟MUX开关
ADuCM350/ ADuCM3027/ ADuCM3029/ ADuCM4050	AD8236/ AD8237/ AD8421/ AD8221/ AD8220	AD8500/AD8502/ AD8504/ ADA4505-1/ ADA4505-2/ ADA4505-4/ AD8506/AD8508/ AD8546/AD8548	AD8605/AD8606/ AD8546/AD8548/ AD8613/AD8617/ AD8619	ADPD2210/ ADPD2211/ ADPD2212/ ADPD2214	AD7091R/ AD7124-4/ AD7915/AD4008/ AD4011/AD7949/ AD7682	ADF7020/ ADF7024/ ADF7241	ADG719/ ADG604/ ADG704/ ADG839

表 2. 主要产品

器件	说明	优势
微处理器		
ADuCM350	ADuCM350是一款完整的、纽扣电池供电的、高精密片上计量仪，适合便携式设备应用，例如护理点诊断和用于监护生命体征的穿戴式设备；ADuCM350针对高精密恒电势器、电流、电压和阻抗测量功能而设计	16位精密、低功耗片上计量仪，内置Cortex®-M3和连接能力
ADuCM4050	ADuCM4050微控制器单元（MCU）是一款集成电源管理的超低功耗集成式微控制器系统，可用于处理、控制和连接；MCU系统基于ARM® Cortex®-M4F处理器；MCU还由数字外设、嵌入式静态随机存取存储器（SRAM）和嵌入式闪存、一个提供时钟、复位和电源管理功能的模拟子系统以及模数转换器（ADC）子系统组成	集成电源管理的超低功耗 ARM Cortex-M4F MCU
ADuCM3027/ ADuCM3029	ADuCM302x处理器是一款超低功耗集成式混合信号微控制器系统，可用于处理、控制和连接；MCU系统基于ARM® Cortex®-M3处理器，由数字外设、嵌入式SRAM和闪存、一个提供时钟、复位和电源管理功能的模拟子系统以及ADC子系统组成；ADuCM3029具有256KB闪存，为ADuCM3027的两倍	集成电源管理和128 kB嵌入式闪存的超低功耗ARM Cortex-M3 MCU
光度		
ADPD2210	ADPD2210是一款低噪声电流放大器，旨在将传感器信号电流放大24倍以使用更小的光电二极管，同时最大程度地降低噪声；通过放大效应，既能提供大光电二极管的系统灵敏度，同时具有较小光电二极管的好处。它提供60 dB的最小线性度，可在大直流或低频偏移之上精确提取小信号	超低噪声、低功耗电流放大器
ADPD2211/ ADPD2212/ ADPD2214	ADPD2211是一款针对生物医学应用而优化的光学传感器；它通过结合在零偏置光导模式下工作的超低电容硅基光电二极管以及低噪声电流放大器来实现极低功耗和近理论信噪比（SNR） <ul style="list-style-type: none"> ADPD2211提供典型的400 kHz带宽性能，特别适合用于脉冲激励 ADPD2212的架构与ADPD2211相似，但PD的尺寸较大并且具有红外光截止滤波器 ADPD2214的架构与ADPD2211相似，但PD的尺寸较大并且具有绿光带通滤波器 	低噪声、高灵敏度光学传感器
ADC		
AD7091R	AD7091R是一款12位逐次逼近模数转换器（ADC），可在高吞吐速率（50 MHz SCLK时为1 MSPS）下实现超低功耗（3 V和1 MSPS时典型值为349 μA）；它采用先进的设计和信号处理技术，可在高吞吐速率下实现极低功耗；该器件还提供精确的2.5 V片内基准电压	1 MSPS、超低功耗、12位ADC、内置片内基准电压源、采用10引脚LFCSP和MSOP封装
AD7915	AD7915/AD7916是16位、逐次逼近型模数转换器（ADC），采用单电源VDD供电。器件内置一个低功耗、高速、16位采样ADC和一个多功能串行接口端口；在CNV上升沿，AD7915/AD7916对IN+与IN-引脚之间的电压差进行采样；这两个引脚上的电压摆幅通常在0 V至VREF之间、相位相反	16位、1 MSPS/500 kSPS PuISAR ADC，采用MSOP/LFCSP封装
AD7124	AD7124-4是一款适合高精度测量应用的低功耗、低噪声、完整模拟前端；该器件内置一个低噪声24位Σ-Δ型模数转换器（ADC），可配置来提供4个差分输入或7个单端或伪差分输入；片内低噪声级确保ADC中可直接输入小信号	集成PGA和基准电压源的4通道、低噪声、低功耗24位Σ-Δ型ADC
AD4008	AD4008是一款低噪声、低功耗、高速、16位、500 kSPS精密逐次逼近寄存器（SAR）模数转换器（ADC）；它集成了易用特性，可降低信号链的功耗和复杂性，支持较高的通道密度。高阻态模式与长采集阶段的结合，无需使用专用的高功耗、高速ADC驱动器即可扩展直接驱动此ADC的低功耗精密放大器的范围，同时仍能实现出色的性能	16位、500 kSPS、精密、伪差分、SAR ADC
AD4011	AD4011是一款低噪声、低功耗、高速、18位、500 kSPS精密逐次逼近寄存器（SAR）模数转换器（ADC）；它集成了易用特性，可降低信号链的功耗和复杂性，支持较高的通道密度；高阻态模式与长采集阶段的结合，无需使用专用的高功耗、高速ADC驱动器即可扩展直接驱动AD4011的低功耗精密放大器的范围，同时仍能实现出色的性能	18位、500 kSPS精密、差分SAR ADC
AD7682	AD7682/AD7689内置多通道、低功耗数据采集系统所需的全部元件，包括无失码的真16位SAR ADC；用于将输入配置为单端输入（使用或不使用参考地）、差分输入或双极输入的4通道（AD7682）或8通道（AD7689）低串扰多路复用器；内部低漂移基准电压源（可选2.5 V或4.096 V）和缓冲器；温度传感器；可选单极点滤波器；以及多通道依序连续扫描所用的时序控制器	16位、4通道、250 kSPS PuISAR ADC

器件	说明	优势
AD7949	AD7949内置多通道、低功耗数据采集系统所需的全部元件，包括无失码的真14位SAR ADC；用于将输入配置为单端输入（使用或不使用参考地）、差分输入或双极输入的8通道、低串扰多路复用器；内部低漂移基准电压源（可选2.5 V或4.096 V）和缓冲器；温度传感器；可选单极点滤波器；以及多通道依序连续扫描所用的时序控制器	14位、8通道、250 kSPS PulSAR ADC
无线		
ADF7024	ADF7024是一款超低功耗、集成收发器，用于免执照ISM频段433 MHz、868 MHz和915 MHz；该器件简单易用，而且性能很高，适合各种各样的无线应用；ADF7024适用于符合欧洲ETSI EN300-220规则、北美FCC Part 15规则及其他类似监管标准的工作环境	易用、低功耗、次GHz、ISM/SRD、FSK/GFSK收发器IC
ADF7020	ADF7020是一款低功耗、低中频收发器，在免执照ISM频段433 MHz、868 MHz和915 MHz工作；它适合满足欧洲ETSI EN-300-220或北美FCC Part 15.247和15.249监管标准的电路应用	ISM频段收发器IC
ADF7241	ADF7241是一款高集成度、低功耗、高性能收发器，在全球通用的2.4 GHz ISM频段工作；其设计注重灵活性、稳定性、易用性和低功耗特性；在数据包和数据流两种模式下，该IC均支持IEEE 802.15.4-2006 2.4 GHz PHY要求	低功耗IEEE 802.15.4零中频2.4 GHz收发器IC
模拟MUX开关		
ADG719	ADG719是一款单芯片CMOS单刀双掷（SPDT）开关；采用亚微米工艺设计，具有低功耗、高开关速度、低导通电阻和低泄漏电流特性	CMOS 1.8 V至5.5 V、2.5 Ω 2:1多路复用/单刀双掷开关，采用SOT-23封装
ADG604	ADG604是一款CMOS模拟多路复用器，内置4个单通道；它采用±2.7 V至±5.5 V双电源或2.7 V至5.5 V单电源供电；ADG604根据3位二进制地址线A0、A1和EN来确定地址，将四路输入之一切换至公共输出D；当EN引脚为逻辑“0”时，该器件将被禁用	1 pC电荷注入、100 pA泄漏CMOS ±5 V/5 V/3 V 4通道多路复用器
ADG704	ADG704是一款CMOS模拟多路复用器，内置4个单通道。它采用先进的亚微米工艺设计，具有低功耗、高开关速度、低导通电阻、低泄漏电流和高带宽特性	CMOS、低压2.5 Ω 4通道多路复用器
ADG839	ADG839是一款低压CMOS器件，内置一个单刀双掷（SPDT）开关；在整个温度范围内，该器件具有小于0.6 Ω的超低导通电阻。额定电源电压为1.8 V、2.5 V和3.3 V	0.35 Ω CMOS 1.65 V至3.6 V单通道SPDT开关/2:1多路复用器

主信号链——基于AFE的器件

根据图3，一些分立元件可以由最新的高集成度模拟前端（AFE）取代。有些AFE或模块已包含上述分立元件、模拟MUX开关和ADC，因此我们只需选择一个AFE作为主机，并获取所有其他传感器的数据。图4显示了集成AFE解决方案的多传感器

融合，将PPG选为主机传感器以便同时获取PPG和ECG信号。此外，可通过SPI或I2C接口读取主机传感器数据。有关产品选型详情，请参见下表

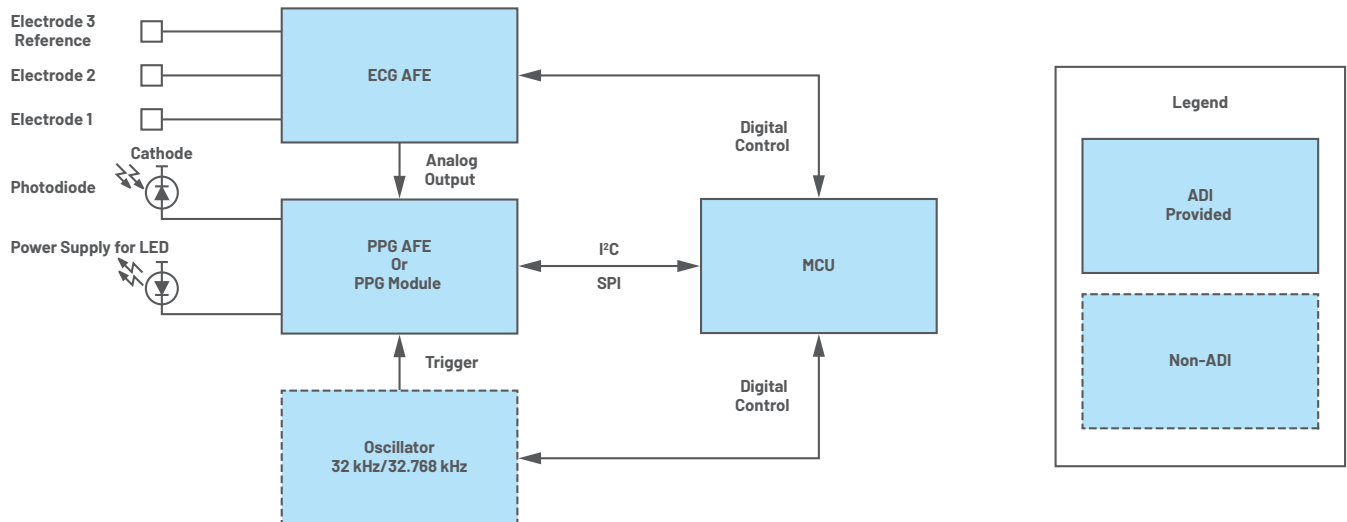


图4.集成模拟前端解决方案的多传感器融合

表 3. 适合PPG和ECG应用的模拟前端或模块解决方案

ECG AFE	PPG AFE	PPG模块
AD8232/AD8233	ADPD105/ADPD1080/ADPD1081/ ADPD4000/ADPD4001/ADPD4100/ADPD4101	ADPD142RG/ADPD142RI/ ADPD144RI/ADPD174GGI/ADPD188GG

表 4. 主要产品

器件	说明	优势
ECG电路仪表放大器		
AD8232	AD8232是一款用于ECG及其他生物电势测量应用的集成信号调理模块；该器件设计用于在具有运动或静止电极放置产生的噪声的情况下提取、放大及过滤微弱的生物电信号；该设计使得超低功耗模数转换器（ADC）或嵌入式微控制器能够轻松地采集输出信号	单导联心率监护模拟前端
AD8233	AD8233是一款用于ECG及其他生物电势测量应用的集成信号调理模块；该器件设计用于在具有运动或静止电极放置产生的噪声的情况下提取、放大及过滤微弱的生物电信号；该设计使得超低功耗模数转换器（ADC）或嵌入式微控制器能够轻松地采集输出信号	用于可穿戴产品的50 μ A、 2 mm \times 1.7 mm WLCSP、 低噪声心率监护仪
光学AFE		
ADPD105	ADPD105/ADPD106/ADPD107均为集成14位模数转换器（ADC）和20位突发累加器的高效率光电式测量前端，配合灵活的发光二极管（LED）驱动器工作；该累加器设计用于激励LED并测量相应的光学返回信号；数据输出和功能配置通过ADPD105的1.8 V I ² C接口或ADPD106/ADPD107的SPI进行；控制电路包括灵活的LED驱动及同步检测	集成I ² C的光度测量前端
ADPD1080/ ADPD1081	ADPD1080/ADPD1081均为集成14位模数转换器（ADC）和20位突发累加器的高效率光电式测量前端，配合灵活的发光二极管（LED）驱动器工作；ADPD1080/ADPD1081激励LED并测量相应的光学返回信号；数据输出和功能配置通过ADPD1080上的一个1.8 V I ² C接口或ADPD1081上的串行端口接口（SPI）进行；控制电路包括灵活的LED信号驱动及同步检测	集成I ² C（1080）或SPI（1081）的光度 测量前端
ADPD4000/ ADPD4001	ADPD4000/ADPD4001为一款完整的多参数测量模拟前端，它可以支持8通道的LED driver和8通道PPG，ECG，EDA，impedance和温度等模拟信号采集，ADPD4000/ADPD4001可以支持12个可编程time slot，为应用提供了足够的灵活性，ADPD4000/ADPD4001可以在低功耗的情况下提供高达90 dB的SNR	集成I ² C（4001）或SPI（4000）接口的 多参数模拟前端
ADPD4100/ ADPD4101	ADPD4100/ADPD4101为一款完整的多参数测量模拟前端，它可以支持8通道的LED driver和8通道PPG，ECG，EDA，impedance和温度等模拟信号采集，ADPD4100/ADPD4101可以支持12个可编程time slot，为应用提供了足够的灵活性，ADPD4100/ADPD4101可以在低功耗的情况下提供高达100 dB的SNR，ADPD4100/ADPD4101提供高达512个字节的fifo	具有高信噪比和低功耗性能的多参数 模拟前端
光学模块		
ADPD142RG/ ADPD142RI	ADPD142RG/ADPD142RI是完整的光度测量系统，设计用于激励LED并测量相应的光学返回信号；这些系统具有同类最佳的环境光干扰抑制性能，包括直流和交流；每个模块包含一个高效率光度测量前端、两个LED和一个光电二极管；前端由控制模块、带20位突发累加器的模数转换器（ADC）和两个灵活的独立配置LED驱动器组成；模拟前端（AFE）在单独的数据路径上处理各LED的返回数据，并且可以选择不同的AFE设置。数据输出和功能配置通过一个1.8 V I ² C接口进行；控制电路包括灵活的LED信号驱动和同步检测	集成环境光抑制功能和两个LED的低功 耗、高精度光学模块
ADPD144RI	与ADPD142RI电气规格相同，但改进后的光学/机械设计更适合SP02应用；两个驱动器均支持红色和红外光LED	集成环境光抑制功能和两个LED的低功 耗、高精度光学模块
ADPD174GGI	ADPD174GGI是完整的光电式测量系统，设计用于测量来自环境光和同步反射LED脉冲的光学信号；同步测量提供同类最佳的环境光干扰抑制性能，包括直流和交流；该模块集成一个高效率光电式测量前端、三个LED和一个光电二极管（PD）；所有这些器件采用定制封装，可防止光线未首先进入对象而从LED直接进入光电二极管	集成环境光抑制功能和三个LED的低功 耗、高精度光学模块
ADPD188GG	ADPD188GG是完整的光电式测量系统，设计用于测量来自环境光和同步反射发光二极管（LED）脉冲的光学信号；同步测量提供同类最佳的环境光干扰抑制性能，包括直流和交流。该模块集成一个高效率光电式测量前端、两个LED和两个光电二极管（PD）；所有这些器件采用定制封装，可防止光线未首先进入对象而从LED直接进入光电二极管	带环境光抑制功能和两个LED的集成 光学模块

电源解决方案

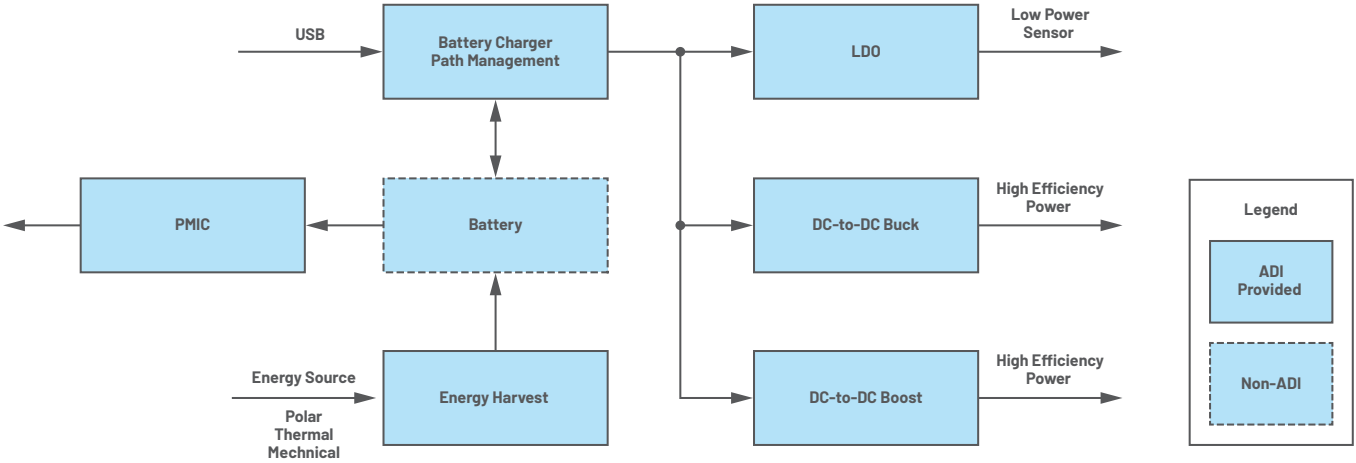


图5.电源解决方案

表 5.

电池充电器	能量采集	PMIC	LDO	降压	升压	降压/升压
ADP5061/LTC4070/ LTC4071/LTC4065	ADP5090/LTC3331/ LTC3106/LTC3107/ LTC3108	ADP5350/ LTC3559/ ADP5360	ADP160/ ADP165/ LT3009	ADP5300/ADP5301/ ADP5303/ADP5304/ LTC3388/LT8609/ LT3462	LT8362/ LT3464/ LT1615	ADP2503/ ADP2504/ LTC3119

表 6. 主要产品

器件	说明	优势
电池充电器		
ADP5061	ADP5061充电器完全符合USB 3.0和USB电池充电规范1.2，能够通过微型USB VBUS引脚从壁式充电器、车载充电器或USB主机端口充电；ADP5061输入电压范围为4 V至6.7 V，最高可耐受20 V电压；此耐受度缓解了断开或连接时的USB总线尖峰问题	具有电源路径和USB模式兼容性的微型I ² C可编程线性电池充电器
LTC4070/ LTC4071	LT3007系列为低功耗、低压差（LDO）线性稳压器；这些器件提供20mA输出电流，具有300mV压差；无负载静态电流为3 μA；随着负载增加，接地引脚电流保持在输出电流的5%以下；关断时，静态电流小于1μA	3 μA I _o 、20 mA、45 V低压差容错线性稳压器
LTC4065	LTC4065是一款用于单节锂离子电池的完整恒流/恒压线性充电器；其2 mm × 2 mm DFN封装和低外部元件数使LTC4065特别适合便携式应用；此外，LTC4065专门针对在USB电源规格范围内工作而设计	独立的750 mA锂离子电池充电器，采用2 x 2 DFN封装
能量采集		
ADP5090	ADP5090是一款集成式升压调节器，可转换PV电池或TEG的直流电源。该器件可对储能元件（如可充电锂离子电池、薄膜电池、超级电容和传统电容）进行充电，并对小型电子设备和无电池系统上电；ADP5090提供有限采集能量（从16 μW到200 mW范围）的高效转换，工作损耗为亚μW级别；利用内部冷启动电路，调节器可在低至380 mV的输入电压下启动；冷启动后，调节器便可在80 mV至3.3 V的输入电压范围内正常工作	超低功耗升压调节器，集成MPPT和电荷管理功能
LTC3331	LTC3331集成了高压能量收集电源以及由可充电电池供电的降压-升压dc至dc器件，以便为替代能源应用提供单一输出电源；10 mA分流通过采集的能量对电池进行简单充电，同时低电池电量断开功能可防止电池深度放电；能量收集电源，由集成全波桥整流器和高压降压dc至dc组成，从压电传感器、太阳能或磁源收集能量	集成能量收集电池充电器的纳安功耗降压-升压dc至dc
LTC3106	LTC3106是一款高度集成的超低压降压-升压DC/DC转换器，具有自动PowerPath管理功能，针对多输入源、低功耗系统进行了优化；无负载时，LTC3106仅消耗1.6 μA电流，同时通过任一输入源产生高达5 V的输出电压	具有PowerPath和1.6 μA静态电流的300 mA低压降压-升压转换器
LTC3107	LTC3107是一款高度集成的dc至dc转换器，可从极低输入电压源（如TEG（热电发生器）和热电堆）来采集多余能量并进行管理来延长低功耗无线系统中的原电池寿命；升压拓扑结构采用低至20 mV的输入电压工作	超低压能量采集器和原电池寿命延长器
LTC3108	LTC3108是一款高度集成的dc至dc转换器，非常适合从极低输入电压源（如TEG（热电发生器）、热电堆和小型太阳能电池）来采集多余能量并进行管理；升压拓扑结构采用低至20 mV的输入电压工作；除其独特的固定选项之外，LTC3108与LTC3108-1功能相当	超低压升压转换器和电源管理器

器件	说明	优势
PMIC		
ADP5350	电源管理IC (PMIC) ADP5350集成了一个用于单锂离子/锂离子聚合物电池充电的高性能降压调节器、一个燃油表、一个用于LED背光照明的高度可编程升压调节器和三个150 mA LDO调节器	集成感性升压LED和三个LDO调节器的高级电池管理PMIC
LTC3559	LTC3559/LTC3559-1均为集成双通道高效率降压稳压器的USB电池充电器；这些器件非常适合为需要多个供电轨的单节锂离子/聚合物手持式应用供电	集成双通道降压稳压器的线性USB电池充电器
ADP5360	电源管理IC (PMIC) ADP5360集成了一个用于单锂离子/锂离子聚合物电池充电的高性能降压调节器、一个燃油表、一个超低漏电流的降压电路和一个升降压开关电路	集成超低功耗的降压电路和升降压电路的高级电池管理PMIC
LDO		
ADP160/ ADP165	ADP160/ADP165是一款超低静态电流、低压差线性稳压器，采用2.2 V至5.5 V电源供电，最大输出电流为150 mA；在150 mA负载下压差仅为195 mV，不仅可提高效率，而且能使器件在很宽的输入电压范围内工作	超低静态电流150 mA、CMOS线性稳压器
LT3009	LT3009系列均为低功耗、低压差 (LDO) 线性稳压器；这些器件提供20 mA输出电流，具有280 mV压差；无负载静态电流为3 μ A；随着负载增加，接地引脚电流保持在输出电流的5%以下；关断时，静态电流小于1 μ A	3 μ A I_0 、20 mA低压差线性稳压器
LT3007	LT3007系列为低功耗、低压差 (LDO) 线性稳压器；这些器件提供20 mA输出电流，具有300 mV压差；无负载静态电流为3 μ A；随着负载增加，接地引脚电流保持在输出电流的5%以下；关断时，静态电流小于1 μ A	3 μ A I_0 、20 mA、45 V低压差容错线性稳压器
DC/DC降压转换器		
ADP5300/ ADP5301/ ADP5303/ ADP5304	ADP5300是一款高效率、超低静态电流降压稳压器，其用于调节零负载输出的静态电流仅为180 nA；ADP5300的输入电源电压范围为2.15 V至6.50 V，因此可使用多个碱性或NiMH、锂离子电池或其他电源；0.8 V至5.0 V输出电压通过外部VID电阻和工厂熔丝可选；整个解决方案仅需四个小型外部元件；ADP5302/ADP5303/ADP5304具有不同的最大输出电流和工作频率	50 mA/500 mA、高效率、超低功耗降压稳压器
LTC3388	ADP2102是一款同步降压dc至dc转换器，可在最高95%的效率和1%的精度下将2.7 V至5.5 V未调节输入电压转换为更低的调节输出电压；ADP2102的低占空比能力非常适合USB应用或为亚微米伏特 (subvolt) 处理器内核供电的5 V系统；3 MHz的典型工作频率和出色的瞬态响应允许该器件使用小型低成本1 μ H电感和2.2 μ F陶瓷电容	低占空比、600 mA、3 MHz同步降压dc至dc转换器
LT8609	单芯片降压型开关稳压器，非开关瞬态电流功耗仅为1.7 μ A；LT8609/LT8609A/LT8609B可以提供2 A连续电流，具有3 A峰值负载 (<1sec)；突发工作模式可在极低输出电流下保持高效率，同时使输出纹波保持在10mVP-P以下；SYNC引脚支持同步至外部时钟，或用于低EMI操作的扩频调制；采用峰值电流模式拓扑的内部补偿允许使用小电感，从而提供快速瞬态响应和良好的环路稳定性	具有2.5 μ A 静态电流的42 V、2 A/3 A峰值同步降压稳压器
LT3462	LT3462/LT3462A均为通用型固定频率电流模式反相dc至dc转换器；两个器件均集成肖特基和低VCEsat开关，支持转换器小尺寸和更低的部件成本；LT3462在1.2 MHz下切换，而LT3462A在2.7 MHz下切换；这些高速器件支持使用小型低成本和低高度电容与电感	集成肖特基的反相1.2 MHz/2.7 MHz dc至dc转换器
DC/DC升压转换器		
LT8362	LT8362是一款集成60 V、2 A开关的电流模式dc至dc转换器，可在2.8 V至60 V输入范围内工作；它具有独特的单反馈引脚架构，能够进行升压、SEPIC或反相配置；在极低输出电流下，突发工作模式消耗低至9 μ A的静态电流以保持高效率，同时使典型输出纹波保持在15 mV以下	集成2 A、60 V开关的低 I_0 升压/SEPIC/反相转换器
LT3464	LT3462/LT3462A均为通用型固定频率电流模式反相dc至dc转换器；两个器件均集成肖特基和低VCEsat开关，支持转换器小尺寸和更低的部件成本；LT3462在1.2 MHz下切换，而LT3462A在2.7 MHz下切换；这些高速器件支持使用小型低成本和低高度电容与电感	集成肖特基的反相1.2 MHz/2.7 MHz dc至dc转换器
LT1615	LT1615/LT1615-1均为低功耗升压dc至dc转换器，采用5引脚薄型 (1 mm) ThinSOT封装；LT1615针对具有350 mA限流和1.2 V至15 V输入电压范围的更高功耗系统而设计，而LT1615-1旨在用于具有100 mA限流和1 V至15 V扩展输入电压范围的更低功耗和单节应用	采用ThinSOT封装的微功耗升压dc至dc转换器
降压/升压		
ADP2503/ ADP2504	ADP2503/ADP2504均为高效率、低静态电流、升压/降压dc至dc转换器，工作时的输入电压可高于、低于或等于稳压输出电压；这两种转换器内置功率开关和同步整流器，所需的外部器件数量极少；对于高负载电流，ADP2503/ADP2504采用电流模式、固定频率、脉冲宽度调制 (PWM) 控制方案，以便获得出色的稳定性和瞬态响应	600 mA、2.5 MHz降压-升压dc至dc转换器
LTC3119	LTC3119是一款高效率18 V单芯片降压-升压转换器，可以提供高达5 A的连续输出电流；丰富的特性集成和极低电阻内部电源开关最大程度地减小了总体解决方案的占用面积，甚至适合最苛刻的应用；专有四开关PWM架构采用高于、等于或低于输出电压的输入电压进行无缝低噪声工作	18 V、5 A同步降压-升压dc至dc转换器

设计资源

评估板

- ▶ AD8233评估板
analog.com/cn/EVAL-AD8233
- ▶ EVAL-ADPD1081Z-PPG
analog.com/cn/EVAL-ADPD1081Z-PPG
- ▶ ADPD188评估板
analog.com/cn/EVAL-ADPD188
- ▶ EVAL-ADPD4000Z-PPG
analog.com/cn/EVAL-ADPD4000Z-PPG
- ▶ EVAL-ADP5360
analog.com/cn/EVAL-ADP5360

Circuits from the Lab®

- ▶ 电池供电病人监护应用中ECG前端的供电 (CN0308)
analog.com/cn/cn-0308.pdf
- ▶ 利用运算放大器ADA4505-2、并联基准电压源ADR1581和开关ADG1636实现精密脉搏血氧仪LED吸电流 (CN0125)
analog.com/cn/cn-0125.pdf
- ▶ 具有暗电流补偿功能的2 MHz带宽PIN光电二极管前置放大器 (CN0272)
analog.com/cn/cn-0272.pdf

应用笔记/文章/参考设计

- ▶ 多生理参数患者监护 (MS-2126)
analog.com/cn/ms-2126.pdf
- ▶ ECG设计挑战的应对策略 (MS-2160)
analog.com/cn/ms-2160.pdf
- ▶ 医疗保健应用中的电源管理 (MS-2569)
analog.com/en/ms-2569.pdf
- ▶ 电流源：方案与电路 (AN-968)
analog.com/cn/an-968.pdf
- ▶ MS-1908：芯片级封装有助于便携式医疗设备减小尺寸并减轻重量 (MS-1908)
analog.com/cn/ms-1908.pdf
- ▶ ECG/EEG/EMG系统中的生物电位电极传感器
analog.com/en/ECG-EEG-EMG_FINAL.pdf
- ▶ 传感器电路的低噪声信号调理 (MS-2066)
analog.com/cn/ms-2066.pdf
- ▶ 第二代可穿戴设备背后的传感器
analog.com/cn/the-sensors-behind-the-GEN-II-wearable-device.html

设计工具/论坛

- ▶ 一般设计
 - LTSpice —
analog.com/cn/ltspice-simulator.html
- ▶ ADC
 - VisualANALOG™软件—
analog.com/cn/visualanalog
 - ADC SPI接口软件 (SPI控制器) —
analog.com/cn/spicontroller
 - Virtual Eval工具—BETA—
analog.com/visual-analog
- ▶ 放大器
 - 放大器和线性工具—
analog.com/cn/amplifier-and-lineartools.html
 - DiffAmpCalc™：差分放大器计算器—
analog.com/cn/amplifier-and-lineartools.html
- ▶ 电源管理产品
 - ADIsimPower™：电源设计工具—
analog.com/cn/ADIsimPower

访问ADI在线支持社区，与ADI技术专家互动。提出您的棘手设计问题、浏览常见问题解答，或参与讨论。

 **ADI EngineerZone™**

中文技术论坛

请访问 ez.analog.com/cn



关注ADI智库



超越一切可能™

如需了解区域总部、销售和分销商，或联系客户服务和
技术支持，请访问 analog.com/cn/contact。

向我们的ADI技术专家提出棘手问题、浏览常见问题解
答，或参与EngineerZone在线支持社区讨论。
请访问 ez.analog.com/cn。

©2020 Analog Devices, Inc. 保留所有权利。
商标和注册商标属各自所有人所有。

BR20863sc-4/20(A)

请访问 ANALOG.COM/CN