

# 简化新一代健康设备的电源选型

伴随着可穿戴设备更为密切地融入人们的生活，医疗健康行业的生态系统也在逐步变迁，人类生命体征的监测方式正逐步由医疗机构转移到个人家中。随着医疗发展和个人认知的逐步升级，医疗健康正变得越来越个性化以适应个人需求，目前已经可以利用AI技术给出诊断建议。

新冠大流行已经成为加速医疗健康行业个性化的催化剂，特别是对远程医疗、医疗科技和移动健康领域而言。消费类可穿戴设备包含了更多的健康监测功能，功能之一就是监测使用者的健康状况使其持续关注血氧、心率等自身参数。如果使用者已经达到了必须接受治疗的程度，那么穿戴健康设备对特定生理参数的持续监控就显得更为重要。

时尚的外形设计、准确的数据收集和较长的续航能力是一贯市场以来对消费类健康可穿戴产品的基本要求。当下，除了以上特点，易于穿戴、舒适、防水、轻薄等需求也成为了市场竞争的重点。

本文就当下可穿戴设备面临的挑战、电源要求及其解决方案做一简要概述。

## 可穿戴设备面临的挑战

可穿戴技术面临的最普遍的挑战是追寻更小尺寸且功能强大的电源解决方案，难点在于提高电池的续航能力。总体而言，舒适度、精度、电池寿命、充电、数据协同是可穿戴设备当下面临的普遍挑战，如图1所示。

**舒适度：**舒适意味着产品的外形尺寸必须足够小。使用者通常不希望在社交聚会中公开展示这些穿戴设备；

**精度：**获取精确的测量结果是监测健康的基础，使用者只有在信任被测数据的情况下才会坚持佩戴使得产品真正起到健康监控的作用；

**电池寿命：**使用者通常期望不要因为充电而频繁穿脱设备，因此足够长的电池续航时间也是设计者努力的方向；

**充电：**对于持续监测生命体征的人群，使用者通常期望设备离开身体的时间越短越好，因此要求设备能够迅速完成充电；

**数据协同：**多维度测量需要的不仅仅是数据本身，更需要数据间的协同。数据协同意味着设备必须集成更多特性，比如配备蓝牙或GPS功能使得信息更有价值。



图1. 医疗设备的合规挑战

## 可穿戴设备的系统构成及设计要求

通常，患者在接受治疗期间和治疗刚完成时会严格遵守医嘱按时吃药和锻炼，但一段时间后则会掉以轻心，不再完全遵从医嘱。而这正是可穿戴设备发挥重要作用的地方，患者可以佩戴可穿戴健康设备来监控其生命体征数据从而得到实时的提醒。

如图2所示，当前的可穿戴设备在过去固有功能的基础上又增添了更多的智能化模块，比如AI处理器、传感器和GPS/音频模块等。它们的协同工作可以提高测量精度、实时性和交互性，从而最大发挥传感器的作用。



图2. 可穿戴设备系统

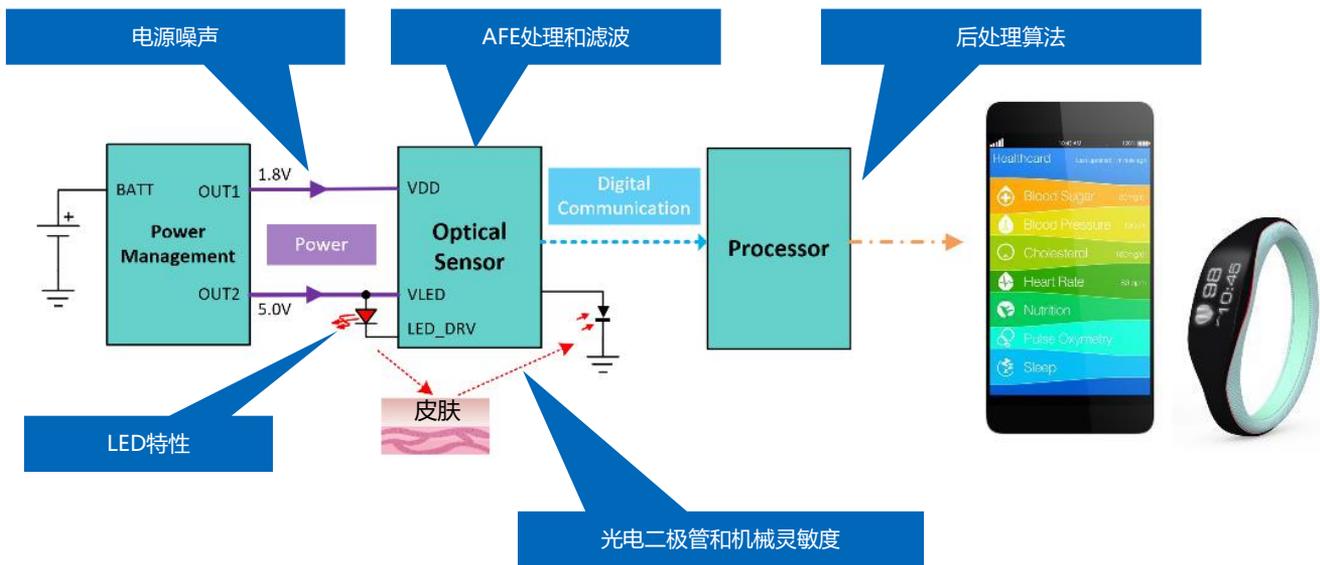


图3. 光学信噪比 (SNR) 考量

但是，随着更多功能的加入，可穿戴设备会面临空间限制的挑战。首先，组成系统的传统组件并未减少，比如电源管理、电量计、微控制器、存储器、温度传感器、显示屏等；其次，鉴于人工智能已成为智能设备日益增长的需求之一，需要加入AI微处理器以方便数据分析并提供更为智能的输入输出，比如通过音频输入支持语音控制；再次，需要搭载更多数量的传感器以更好地监测生命体征，比如生物健康传感器、PPG、ECG、心率传感器；最后，设备需要使用GPS模块、加速度计或陀螺仪来确定使用者的运动状态和所处位置。

为方便数据分析，不仅微控制器需要传输并显示数据，不同设备之间也需要数据通讯，甚至有些设备需要将数据直接发送至云端。以上功能提升了设备的智能性，但也使得原本就已经受限的空间更为紧张。使用者欢迎更多功能，但他们并不希望因

为这些功能而导致尺寸的增大，反倒会希望在同样或者更小的尺寸中添加这些功能。因此小型化也是系统设计人员所面临的巨大挑战。

功能模块的增加意味着更为复杂的电源设计，因为不同模块对电源有着特定的要求。

### 光学血氧传感器模拟前端 (AFE)

光学血氧传感器模拟前端是可穿戴设备的关键组成部分。AFE需要1.8V和5V两路电源轨。其中，1.8V电源轨是AFE的模拟电源，其噪声必须足够低，因为AFE的基准电压使用的是该路电源轨；5V电源轨是LED的驱动电压。在AFE正常工作时，LED发光射入皮肤，经皮肤反射再被光电二极管收集。作为光学系统的一部分，LED发射的光只有很小一部分才能进入光电二极管。因

此，稳定的电源轨对AFE非常重要，它可以帮助AFE获取有用的信息而为数据分析做好准备。

另外，作为模拟量，光学信息需要被数字化以发送给微控制器分析处理，最后再显示在设备上。

如图3所示，光学血氧传感器模拟前端的设计上需要注意以下几个方面：

1. 必须确保电源具有较小的噪声、较低的纹波、较好的瞬态响应和较快的建立时间；

2. 需要避免选择特性漂移过大的LED，当被施加电压或电流而发光时，LED的特性应保持稳定；
3. AFE需要能够从光电二极管中提取信息并对信号滤波；
4. 光电二极管的放置位置和系统的精度息息相关。光电二极管通常放置于手部或耳部，但是当人体跑步时，人的手会不停移动而耳部则相对稳定，因此从稳定性的角度来选择耳部更好。除此之外，还有其他因素会影响整个系统的精度，这都需要设计者权衡；
5. 需要采用有效的滤波处理算法来识别用户是在跑步还是在休息，并使得接收的信号具备更高的信噪比。

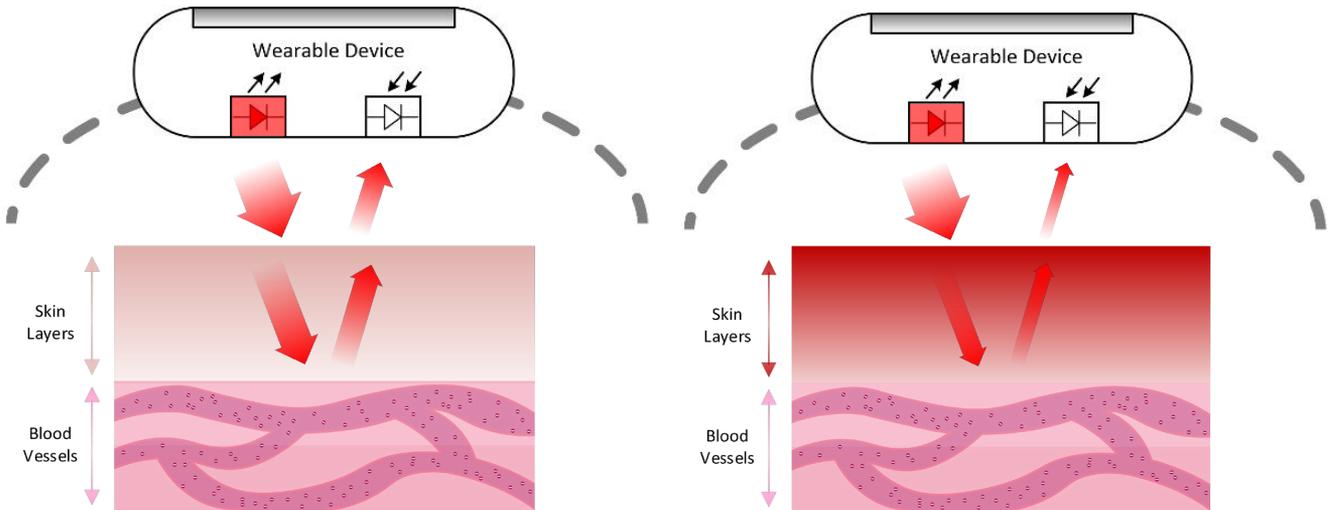


图4. PPG传感器光路

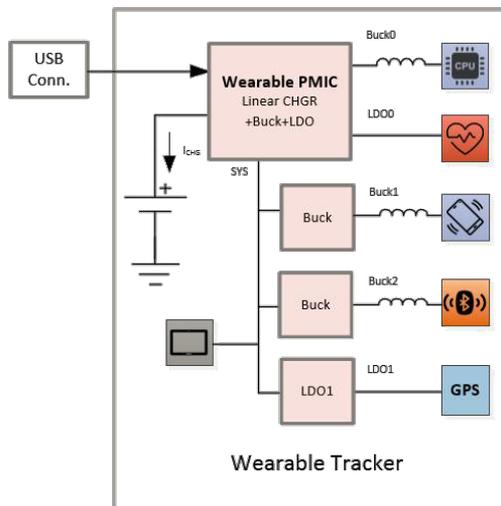
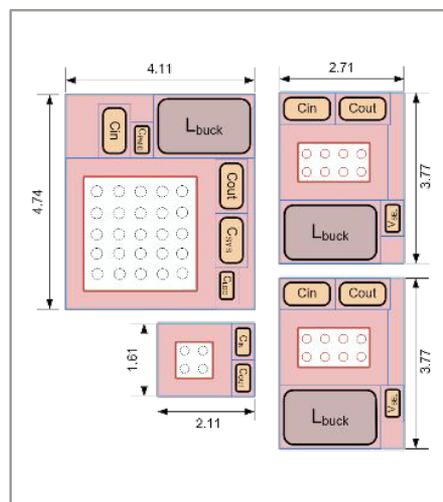
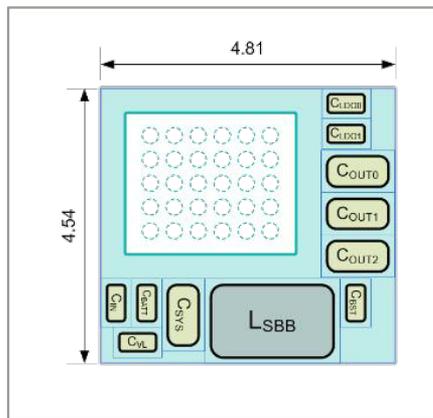
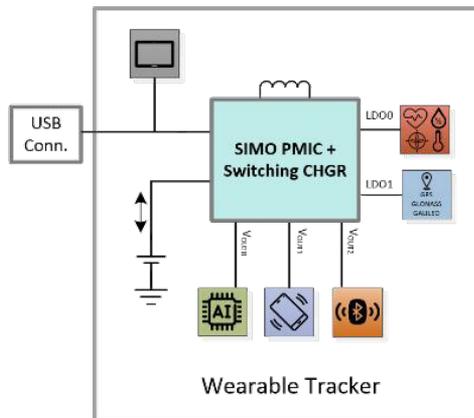


图5. 传统可穿戴设备架构



**解决方案大小：  
43.31mm<sup>2</sup>**

**元件数： 20**



尺寸缩小50%

解决方案大小：  
**21.83mm<sup>2</sup>**

元件数：12

BOM减少40%

图6. 新一代可穿戴设备架构

### PPG传感器

PPG技术是一种非侵入式的监测技术，常见的应用有心率、血氧、呼吸和连续血压趋势监测等。如图4所示，PPG传感器通过发光二极管（LED）发射光信号穿透皮肤和血管，并通过光电二极管（PD）接收反射回的光信号并按比例转换成电流信号，最终传回微控制器分析。

PPG信号获取的注意事项有：

1. 若使用者的肤色较黑，那么反射回的光信号会较微弱；
2. 在使用者的运动过程中，设备也需要准确地分析数据；
3. 设备的震动也可能对设备获取高度可重复的光学数据造成困难。

### 可穿戴设备的电源解决方案

典型的可穿戴系统就像一个功能的综合体：除了集成上述讨论的AI处理器、传感器、GPS、音频模块，也可能会集成振动、蜂鸣器或蓝牙等越来越多的功能。据估计，实现这些功能的解决方案的尺寸会达到约43mm<sup>2</sup>，总共需要20个器件，如图5所示。

为减小系统的整体尺寸，使用单电感多输出SIMO PMIC进行设计是个不错的选择。SIMO PMIC可以提供不同电源轨以优化性能，在节省空间的同时提高系统效率。SIMO解决方案采用开关电源的架构，只要使用一个电感就可以实现多路输出，使得所有功能可在不足22mm<sup>2</sup>的电路板尺寸中实现。相较于传统解决方案，SIMO解决方案的尺寸可减少大约50%，如图6所示。

电感是电路板上尺寸最大的无源元件之一。采用SIMO方案后，不仅尺寸得以减少，元件数量更减少大约40%。从物流和节省空间的维度来考量，使用更少的元件都是至关重要的。

另外，SIMO解决方案还可内置充电器，从而进一步提高集成性、减小尺寸。

### 新一代可穿戴设备电源架构——SIMO PMIC解决方案

如图7所示，SIMO解决方案使用一个电感提供三路不同的输出。每当有一路电源的输出低于额定阈值时，器件会启动一个充电周期通过电感积累能量，然后再通过释放周期将能量输送到输出电容。

SIMO解决方案的关键目标是减小尺寸。经验证，SIMO解决方案的尺寸缩小了50%，电池续航时间增加了20%，充电速度快了4倍，且具有良好的信号完整性。

### SIMO PMIC支持更多功能集成

相较于传统解决方案（图8），新一代可穿戴设备往往集成了更加丰富的功能（图9），如GPS、BioZ和音频功能，还可能添加尺寸较大的AI微控制器。SIMO PMIC为这些新功能的集成提供了可能，电源解决方案尺寸的减小使得设备可以拥有更多的可用面积用于这些功能。

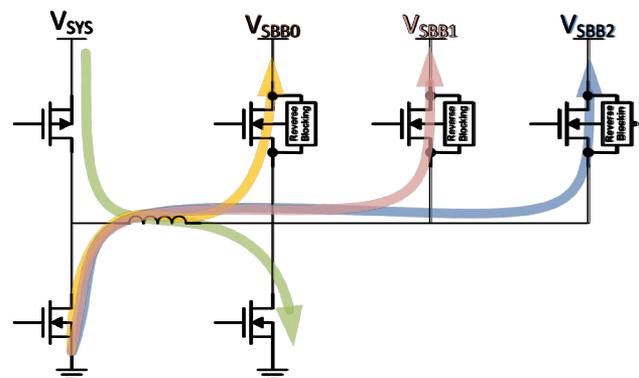


图7. 单电感多输出（SIMO）技术



图8. 传统解决方案



图9. 功能丰富的新一代解决方案

传统解决方案系统效率 = **69.5%**

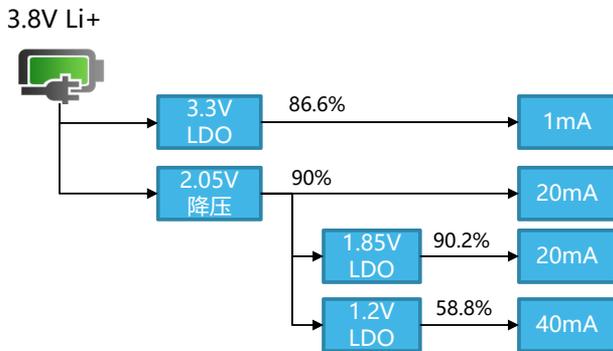


图10. 传统解决方案系统效率

SIMO电源管理系统效率 = **86.1%**

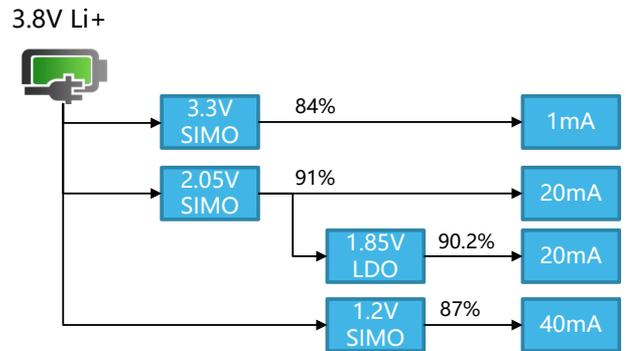


图11. SIMO电源管理系统效率

### SIMO PMIC支持更长电池续航能力

如图10所示，左侧的解决方案使用了一个降压转换器和多路LDO，系统整体效率仅为69.5%。虽然降压转换器的效率可达90%，但是LDO将系统的整体效率拉低，这里LDO的效率只有大约58%。系统整体效率的低下使得功耗增大，电池的续航时间也随之减少。

下表清晰地显示了两种电源管理方案对系统效率和输入电流的影响。使用SIMO解决方案后，系统的整体效率提高约16%达到了约86.1%，同时系统消耗的输入电流更少，电池续航时间增加了20%。

主要参数	传统电源管理方案	SIMO电源管理方案
BATT电流	49mA	39.5mA
系统效率	69.5%	86.1%

### SIMO PMIC为PPG AFE供电

PPG AFE的信噪比SNR是系统较为关键的指标，如图12所示，因为光电二极管接收的信号非常微弱，所有电源轨的噪声都必须

尽可能最小化以获取此信号。基于SIMO解决方案则完美符合这一要求。经验证，系统收集的大量数据具有高度的可重复性，在未应用滤波的情况下，信号的SNR大约是90dB；若应用更多的滤波处理，信号的SNR会进一步提高，大约从90dB提高到101dB。

一般而言，最佳SNR的信号依赖于硬件获得，但设计者也可以使用软件从信号中去噪声，使得数据具备更高的可重复性和SNR。当前，通常的方法是通过硬件和软件的结合来提高系统灵敏度，并对漂移的LED特性进行补偿。

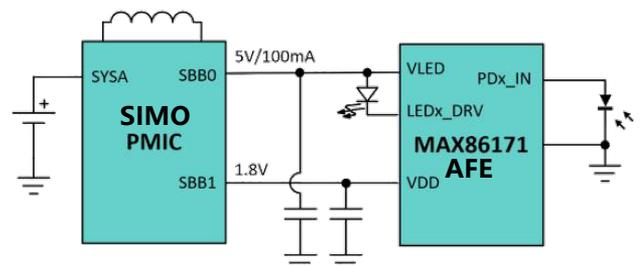


图12. 为PPG AFE供电

采样平均: 1; PPG Offset: 0 $\mu$ A			
参数	SNR	SNR12	SNR4
SIMO PMIC	90.9	97.2	101.9

### SIMO PMIC的充电器支持更快的充电速度

SIMO PMIC的充电器具有自动电量跟踪功能，且充电速度快。

根据图13所示，现有的线性充电解决方案的温升较大。通常来说，电池具备的安全功能使得电池在温升较大的情况下不支持过快的充电速度。MAX77659是一款带充电器的SIMO PMIC，可以限制温升。与现有解决方案25°C的温升相比，MAX77659的温升仅为5°C，因此支持以更快的速度持续对电池充电更长的时间。另外，MAX7659也非常适合助听器小型可穿戴设备。

如图13中红色曲线所示，现有解决方案充电速度较慢，而采用SIMO解决方案的设备可以以快4倍的速度充电。使用者可以通过官网查看和订购相关资源，包括获取样片和数据手册等信息。



图13. SIMO充电器使充电速度快4倍

## 小结

随着越来越多的设备实现互联互通，未来健康监测的趋势必然朝着数字化方向发展，即通过AI分析来获取更智能、更精确的健康信息，并向使用者提供专业化建议。ADI致力于为新一代健康设备提供优质的电源解决方案，为可穿戴设备的发展保驾护航。

## ADI 智库

一站式电子技术宝库

ADI智库是ADI公司面向中国工程师打造的一站式资源分享平台，除了汇聚ADI官网的海量技术资料、视频外，还有大量首发的、



关注ADI智库

免费的培训课程、视频直播等。九大领域、十项技术，加入ADI智库，您可以尽情的浏览收藏、下载相关资源。此外，您还可一键报名线上线下会议活动，更有参会提醒等贴心服务。

## 在线支持社区

ADI EngineerZone™

中文技术论坛

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。

请访问 [ez.analog.com/cn](http://ez.analog.com/cn)

