

可穿戴设备电源管理解决方案汇总

可穿戴设备正集成越来越多的功能，这为电源管理带来挑战。可穿戴设备中的电池通常非常小，设备又需要长时间工作而不用充电，因此功耗是一个关键的设计考虑因素。要保证可穿戴设备的时尚性，电路需要保持在极小的尺寸以内，这使电源管理等器件更倾向于采用单芯片解决方案。为应对电池技术难以解决续航时间的诉求，可穿戴设备有可能采用新型电源，例如对太阳能或热能进行能量采集。

可穿戴设备电源的安全性也不可忽视，充电器需要考虑到各种保护措施。可穿戴设备电源还需要考虑充电精度、显示驱动以及平台兼容性等一系列的问题。另外，可穿戴设备市场目前还处于起步阶段，有许多可穿戴设备还是沿用已有的[便携设备](#)电源管理方案做开发。

TI：高精度、低功耗是延长续航时间的关键

德州仪器(TI)高性能模拟半导体产品部电池管理产品市场及应用经理文司华博士认为，在可穿戴设备中，电池通常非常小(例如 100 mAh)，设备又需要持续几天甚至是几个星期而又不需充电，因此功耗是一个关键的设计考虑因素。因此，高功率转换效率将是一个关键的设计要素。时尚的手腕式可穿戴设备要想保持其酷炫特点，电子电路需要保持在极小的尺寸以内。这推动了高水平的包括电源管理 IC 在内的全器件集成。此外，[功率器件](#)的占板面积和封装应做到尽可能小。另外，可穿戴设备可能采用新型电源，例如对太阳能或热能进行能量采集。同时，某些产品可能更倾向于非接触式充电。这些非接触式充电当中包括了无线充电。(请参考：[更多电源管理、数据转换设计方案](#)。)

对于可穿戴电源目前存在的设计挑战，他总结了以下五点。

- 在锂电池过充或温度过高会导致起火，锂电池的安全性问题仍让人担忧的同时，充电器应具有几乎所有类型的安全设计，包括过压保护、过流保护、过温保护、短路保护和低温充电等，甚至是在充电器 IC 及解决方案尺寸必须保持非常小的情况下也是如此。

- 因为可穿戴设备中的电池较小，充电精度的需求提高使为这些小电池充电并非易事。充电器必须能够提供更小的充电截止电流。换言之，充电器的精度应该更高，达 mA 级。例如，在智能手机系统中，2,000 mAh 电池的正常充电电流为 1.2 A(0.6 C)，充电截止电流应为正常充电电流的 1/10~1/20，即 120 mA~60 mA。然而在手环中，由于电池容量可能为 100 mAh，正常充电电流将为 60 mA，充电截止电流应为 6 mA~3 mA。满足这种要求的充电器器件很难找到。

- 可穿戴设备应具有较长续航时间。通常，如果消费者每天都要为设备充电，他们就会不高兴。在现在许多最好的智能手机都必须一两天充电一次的情况下，终端用户显然期待能够有所改善。整个电源管理应能够提供高效率的电源转换系统，这包括：稳压器效率，以及稳压器和电池充电器应提供低静态电流、低待机电流和低漏电流。具有极低漏电流和待机电流以及低静态电流的电源管理器件更加难于设计。

● 即使是现今最好的电池技术也不能完全解决电池运行时间的诉求。我们需要在使用可穿戴设备的同时，开发新的电源。新型电源的瓶颈在于其转换为可用功率时，功率密度和转换效率极低。

● 在可穿戴设备中，因为湿度、腐蚀等关系，许多产品的失效点为充电/信号连接器。针对这些设计挑战，TI 的应对措施如下。

● TI 的充电器 IC 和电量计 IC 为工作中的电池提供了最广泛的保护和监控。TI 在保持相同水平保护功能的同时缩小半导体尺寸的过程中取得了成功。例如，bq24040 和 bq25100 都与 JEITA 标准兼容。两者都具有 Ts 输入用于监控电池热敏电阻，以保证充电温度在合适范围内。bq24040 尺寸为 2mm×2mm，并且在 2014 年中期推出 bq25100 之前是最小的充电器。bq25100 尺寸为 1.6 mm×0.9 mm，与 0603 尺寸的电容相当(图 1)。



图 1：最小的锂电池线性充电器 bq25100，静态电流仅 75nA，截止电流 1mA

● 主流可穿戴设备品牌采用 TI bq24040/45 或 bq24232(带电源通路)充电器 IC，是因为它们的尺寸较小(分别为 2mm×2mm 和 3mm×3mm)、精度较高。并且在适配器连接时，甚至是电池电量耗尽时，bq24232 允许系统立即上电。在先进的可穿戴设计中，精度和电源通路特性最受青睐。另外，bq25100 允许正常充电电流最小为 10 mA，并且能够将充电截止电流或预充电电流设置为 1mA，这是针对可穿戴设备的业界最高精度。

● 为了在电源管理系统中降低功耗，TI 针对可穿戴设备在极低的流耗下工作改造了这些器件。例如，bq25100 在工作模式下的静态电流小于 1μA，并且在 bq25100 处于关闭模式时，电池漏电流低至 75 nA。同时，"Nano-Buck"TPS62736 降压转换器的静态电流极低，仅为 380nA，在 15nA 低负载的情况下，能够帮助实现超过 90%的效率。与在低负载条件下的传统 DC/DC 转换相比，这能够延长 30%~50%的电池运行时间。

● 能量采集技术刺激了可穿戴设备的新应用。TPS25504 能够从单个太阳能电池(约 0.3~0.6V)或 TEG(热电发生器，<0.3V)等低能量源中获取能量。它对启动电压的要求较低，仅为 0.33V，并且能够在低至 80 mV 的电压下工作。其静态电流也很低，仅为 330nA。

● 随着 Moto360 等应用取得极大成功，无线充电变成了可穿戴设备，尤其是智能手表的取代性选择方案。使用无线充电可使可穿戴设备无需使用连接器，做到更好地密封；无线充电有利于推广带有定制底座的易于充电的使用案例；无线充电 Rx 推荐是 Qi 兼容的，这样可穿戴设备能够在任何标准的 Qi 充电器上进行充电。Tx 可以是 Qi 兼容的，但有些设计限于尺寸或特殊形状要求，TX 线圈需要定制(非 Qi 规范)。

在可穿戴设备电源产品未来的规划上，文司华表示：“我们将继续针对可穿戴设备提供高集成度、低功耗、高精度的电源管理器件、充电器、能量采集器和电量计，以及有可能覆盖感应式充电和磁共振充电的无线充电产品。”

ST：小体积、单芯片电源管理方案是发展趋势

意法半导体(ST)市场部技术经理樊志生认为，可穿戴设备有以下三点趋势。第一，超低静态电流和小封装电源管理单芯片是个趋势。该电源管理芯片需集成线性充电、LDO 和 DC/DC 等功能。LDO 和 DC/DC 给其他模块供电，比如蓝牙、传感器、MCU、GPS 等。比如，STNS01 是一个集成路径管理、3.1V/100mA 超低静态电流 LDO、线性充电和过放保护的电源管理芯片。整个芯片尺寸只有 3mmx3mm，同时待机功耗只有 100 nA。路径管理可以保证即插即用，和减少电池充放电次数以延长电池寿命。3.1V/100mA 超低静态电流 LDO 在没有负载时可以实现 1nA 的静态电流。线性充电的充电电流可以通过外围电阻设置充电电流从 15mA~200mA，可以满足所有各种可穿戴设备对充电电流的要求。第二，太阳能充电及无线充电将广泛用于智能手表。随着国家对节能要求和可穿戴设备用户户外运动比较多的特点，太阳能充电就是一个很好的解决方案。无线充电本身带有封闭性好的特点，尤其对一些户外运动或水下运动的可穿戴设备将是一个很好的充电解决方案。第三，AMOLED 屏驱动芯片。AMOLED 屏将广泛应用于智能手表。跟传统 LCD 屏比较，AMOLED 屏具有更高的亮度、更薄、更好的分辨率和更省电等特点。STOD32W 是一个能满足不同尺寸要求的驱动芯片。

在可穿戴设备电源方面，ST 有很多解决方案，包括：PMIC(电源管理 IC)、线性充电器、超低静态电流的 LDO、太阳能和无线充电方案、显示屏驱动芯片。比如，STNS01 是一款带有路径管理、3.1V/100mA LDO、线性充电和过放保护功能的电源管理芯片。STLQ015 具有超低静态电流的 LDO。在没有负载的状态下，其静态电流只有 1uA，不工作状态下只有 1nA。同时，ST 还提供太阳能和无线充电方案。STOD32W 是一款 100mA 电流和三路输出的 AMOLED 屏驱动芯片，最大可以给 3"的 AMOLED 屏供电。SPV1050 是一款集成两路 LDO 的太阳能充电芯片。

"在可穿戴设备电源设计方面，不同芯片平台厂家将会推出自己不同功能的可穿戴设备解决方案，设计适合不同厂家平台的电源管理芯片将是一个挑战；还有就是超低功耗和小尺寸。另外，目前还没有适合不同尺寸要求的无线充电。现有的无线充电三大标准下，对于用于无线充电线圈大小定义都不适合现有可穿戴设备尺寸。"樊志生表示，"我们将会推出更小尺寸(比如 CSP 封装)的电源管理芯片。同时对于现有的无线充电三大标准下，用于无线充电的线圈大小定义都不适合现有可穿戴设备尺寸的情况，ST 将推出具有自定义无线充电线圈大小的解决方案。比如针对智能手表，我们将会推出基于 Qi 标准的 2.5W 无线充电方案。另外，ST 计划推出的产品还有：更高效率的 AMOLED 驱动器芯片，CSP 封装的集成线性充电器、LDO 或 DC/DC 等功能的电源管理芯片等。"

最后，他强调："个人认为应该针对不同消费群体推出不同功能的可穿戴设备。未来几年将是可穿戴设备爆发增长的几年。必须有更强电池续航能力。低功耗必定是一个趋势。"

ADI：迎合电源管理低功耗、小体积及低成本要求

"可穿戴设备本身是很宽泛的概念覆盖各类产品形态,包括传统**便携设备**(如手表),也包括在非设备类的穿戴产品中附件上各类传感器进而成为可穿戴设备的范畴,例如衣服鞋帽等。可穿戴设备所提供的功能目前多集中在在工具类(如**GPS**、环境等)和运动健康类(如计步、睡眠、心率、体脂分析,以及血氧等)。"ADI公司亚太区医疗行业市场经理王胜介绍道。

他指出,可穿戴设备现状有如下几个特点:整个智能可穿戴设备市场还是在启动培养阶段,例如功能的丰富性,结果实用性及服务性特征等,都需要进一步的完善;很多功能及性能实现还需要进一步的技术突破,例如功耗、体积以及使用的方便性等;开发可穿戴设备的公司越来越多,几乎所有的品牌手机厂商都在进行着某种形式的投资及开发;越来越多的IDH(独立设计公司)参与到相关技术的研发,尤其是在软件数据处理方面。

从可穿戴设备发展趋势角度来看,以下几点可能会被业内关注:宏观来看必将是电子设备市场的新的增长点;持续不断的增加并完善健康保健类功能,甚至某些性能到达或通过医疗级的应用标准;高集成度、小体积、低功耗以及低成本的传感器硬件在将来的可穿戴设备开发中会成为越发关键的要素;后台数据的分析处理及反馈到终端用户将是维持用户持续使用的必经之路。

"ADI作为在传感器及模拟混合信号的领先供应商,在可穿戴设备领域也会紧跟客户及市场发展趋势,并用专门的医疗保健团队提供系统级包括软件在内的全方位的方案。除此以外,在迎合可穿戴设备中电源管理特定的低功耗、小体积及低成本的要求,例如**ADP150**、**ADP160**等,在可穿戴市场都有很好的表现。"王胜表示。

关于**ADP16x**系列而言,**ADP160/ADP161/ADP162/ADP163**均为超低静态电流、低压差线性稳压器,工作电压为**2.2V~5.5V**,输出电流最高可达**150mA**。在**150mA**负载下压差仅为**195mV**,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。

ADP16x经过专门设计,利用**1 μ F \pm 30%**小陶瓷输入和输出电容便可稳定工作,适合高性能、空间受限应用的要求。**ADP160**可提供**1.2V~4.2V**范围内的**15**种固定输出电压选项(图2)。**ADP160/ADP161**还包括一个开关电阻,当**LDO**禁用时,该电阻自动使输出放电。**ADP162**不包括输出放电功能,其余与**ADP160**完全相同。**ADP161**和**ADP163**可用作可调输出电压稳压器,仅提供**5**引脚**TSOT**封装。**ADP163**不包括输出放电功能,其余与**ADP161**完全相同。短路和热过载保护电路可以防止器件在不利条件下受损。

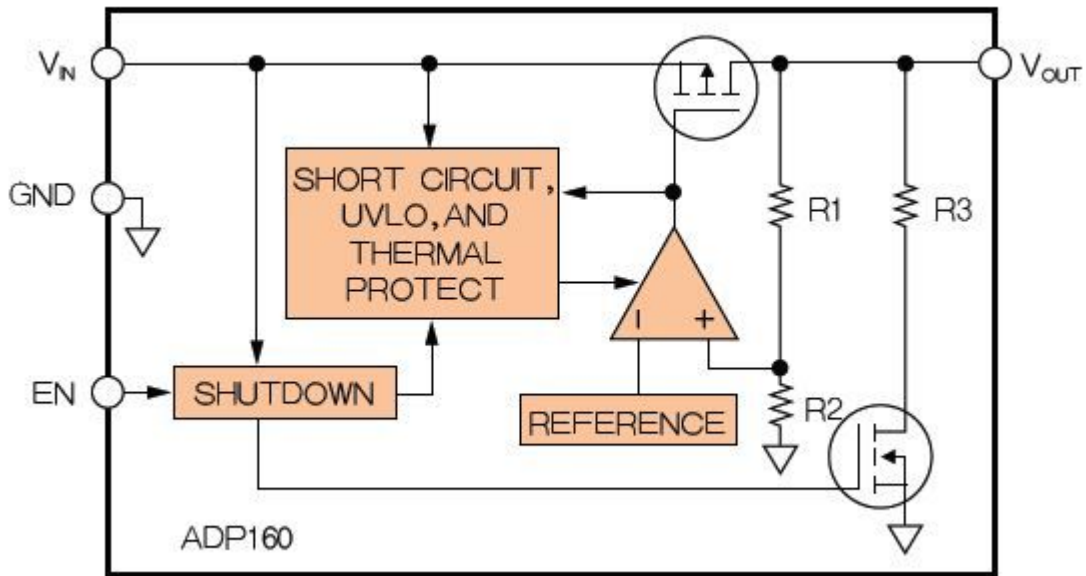


图 2: ADP160 内部框图-固定输出, 带输出放电功能

ADP160 和 ADP162 提供 5 引脚 TSOT 和 4 引脚、0.5mm 间距 WLCSP 两种小型封装, 是适合各种便携式供电应用的最小尺寸解决方案, 并可应用在移动电话、数码相机和音频设备、便携式和电池供电设备、后置 DC-DC 调节以及便携式医疗设备当中。

另外, ADP150 是一款超低噪声(9 μ V)、低压差线性调节器, 采用 2.2V 至 5.5V 电源供电, 最大输出电流为 150mA。驱动 150 mA 负载时压差仅为 105 mV, 这种低压差特性不仅可提高效率, 而且能使器件在很宽的输入电压范围内工作。ADP150 采用新颖的电路拓扑结构, 实现了超低噪声性能, 而无需额外的噪声旁路电容, 非常适合对噪声敏感的模拟和 RF 应用。ADP150 在提供超低噪声性能的同时, 并不影响其电源抑制(PSRR)或线路与负载瞬态响应性能。它实现了超低噪声与低静态功耗的最佳组合, 使便携式应用的电池使用时间可达到最长。

ADP150 经过专门设计, 在 1 μ F \pm 30%小陶瓷输入和输出电容情况下便可稳定工作, 适合高性能、空间受限应用的要求。它可提供 1.8V~3.3V 范围内的 14 种固定输出电压选项。短路和热过载保护电路可以防止器件在不利条件下受损。ADP150 提供 5 引脚 TSOT 和 4 引脚、0.4mm 间距 WLCSP 两种小型封装, 是适合各种便携式供电应用的业界最小尺寸解决方案。该款产品可应用在移动电话、数码相机和音频设备、便携式和电池供电设备、后置 DC-DC 调节、便携式医疗设备以及 RF、PLL、VCO 和时钟电源当中。

村田: 手机用微型 DC/DC 转换器沿用到可穿戴设备中

日前, 村田制作所(Murata)在展会推出了可穿戴设备的整体解决方案。展出的可穿戴设备(Murata 概念手环, 图 3)集成了薄膜型温度传感器(用于检测体表的温度)、光传感器(用于检测心率)以及 MEMS 气压传感器(检测气压, 进而检测高度)三种传感器。同时, 它还集成了蓝牙智能模块、微型 DC-DC 转换器, 以及片状多层陶瓷电容。对于该产品的续航能力,

村田工程师介绍说：“产品的续航时间取决于具体应用设计。这款展示方案采用 CR2032 锂锰扣式电池，若所有功能全开，可以工作 3~4 天时间。”

其中，该设备采用的微型 DC-DC 转换器模块系列集成了功率 IC、功率电感，以及输入和输出电容(图 4)。该系列模块尺寸为 2.5mm×2.0mm×1.1/1.2mm，其特点是体积非常小，抗 EMI 干扰能力强。该系列输出电压为 1.0V~3.3V，输入电压为 2.3V~5.5V，最大负载电流为 600mA。它总共有 3 大类：降压、升降压和升压。



图 3: Murata 概念手环采用了其微型 DC-DC 转换器设计

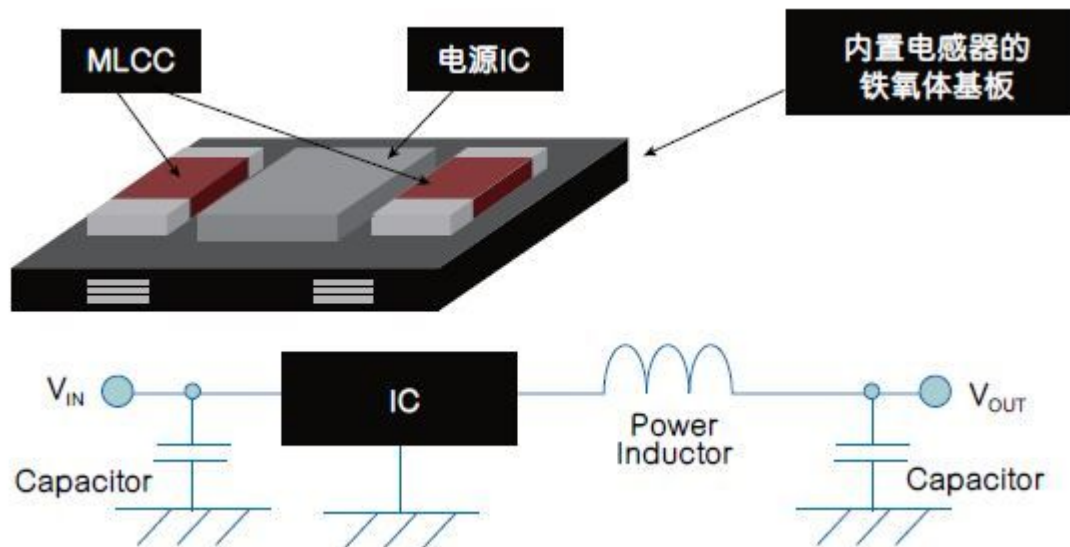


图 4: Murata 微型 DC-DC 转换器结构

该电源管理模块系列可用于智能手机、平板电脑、光模块、固态硬盘以及可穿戴设计，其最初就是针对智能手机而开发的。但是由于其具有体积小特点，可以沿用到可穿戴应用中。村田工程师认为，可穿戴设备对电源的要求包括：体积小、效率高和 EMI 特性好(因为

尺寸小,相互干扰的可能性会变大)。对于可穿戴设备往后发展功能会更多的问题,他指出,对于集成型电源模块来说,由于用电方式不一样(电压不同),就可能需要多路输出。村田针对移动设备有一定经验,有这样的多路产品。今后村田也将凭借这样的经验,开发一些针对可穿戴应用的电源产品。

该公司另一位工程师补充说:"现在一般的可穿戴产品的电源设计都采用一颗电源管理芯片(PMIC)放在中间,旁边配上升压、降压电路的方式来实现。这会造成电路板的面积较大,EMI方面需要做一定调试。这款DC-DC转换器的主芯片和元器件都是通过层叠方式实现,这就能够极大降低占板面积。而且芯片在做好后就已经做了调试匹配,这就能够提高效率、节省空间。该系列模块效率从85%~96%都有,具体取决于客户需求,比如输出电压调整等。"