

是德科技

医疗电子设备的电池寿命测试解决方案

应用指南

随着越来越多的保健和医疗器件以这样或那样的方式连接，现代连通性技术与患者护理的融合程度与日俱增。在医疗物联网 (IoMT) 的新时代，各种电池供电无线医疗器件在我们的日常生活中变得越来越普遍。传统和新兴医疗器件类别包括健身手环或智能手表（具有脉搏监测或心跳监测能力）、血压监测仪、起搏器、脉搏血氧计、血糖监测仪、温度计、助听器，此外还有正在开发的其他原型或年底前准备上市的新产品。

这些类型的医疗器件具有共同的特性，它们的功耗低，由电池供电，尺寸小巧，轻便灵活，并且支持无线连接。如果这些器件出现电池寿命不足的情况，就其结果的严重程度而言，轻则带来不便，重则危及生命。

因此，在电子消费医疗器件设计的方方面面，了解医疗器件的功耗模式和电池寿命要求都是主要的考虑因素，如此才能满足最终用户的苛刻要求。

电池耗尽测试的注意事项

电池运行时间可通过电池耗尽测试来确定。要执行这一测试，需要测量电池从充满电到完全耗尽（换言之就是电池停止工作）的时间。测得的时间即为电池运行时间。然而，这一点知易行难，因为在这个测试中，设计工程师需要将许多方面都加以考虑。

以下是进行电池耗尽测试最重要的四个注意事项：

注意事项 1: 电池寿命不一致

不同的电池具有不一致的电池寿命，这一点很常见，即使它们来自同一制造商。这是因为电池可能出自不同的制造批次或不同的工厂。

建议：

对不同的电池执行多次耗尽测试。

注意事项 2: 电池的充电状态

我们强烈建议在运行测试时使用充满电的电池。如果电池老化或未充满，它将影响到运行时间结果。

建议：

确保电池充满电，并使用电池循环仪执行电池从完全放电到完全充电循环，从而确定电池的充电状态。

注意事项 3: 医疗器件用例

不同模式的器件消耗的电流不同。

建议：

将器件上的用例测试参数设置为常变量。因此，在耗尽测试期间，每个测试中的变量是恒定的。

注意事项 4: 确定器件何时停止工作或电池是否完全放电

某些器件具有低电量 LED 指示，表示电池电量低。然而，起搏器这类器件不具有低电量指示器。

建议：

当电池达到某个低电压阈值时，测量电池电压，并将其用作器件停止工作的指示器。

使用电源进行电池仿真

一些设计工程师可能使用普通电源来仿真电池的耗尽测试。然而，这种方法不准确或不切实际，因为它会给整体测试带来更多误差和可变因素。使用普通电源也不是合适的方法，因为它永远不会像电池一样耗尽。

然而，如果电源具有专门的功能，如输出电阻可控以及对沉没的电流脉冲能做出优良的瞬态响应，那么这样的电源可以用于仿真电池。这种方法非常复杂，因为在耗尽测试中，将电荷从电源拉入医疗器件时，电源的输出电压需要下降。仿真数据的收集过程将非常耗时，而且结果也会出现问题，因为它们可能与使用电池获得的结果不匹配。

如此一来，在更为真实的仿真方法可用之前，使用电池进行耗尽仍然是首选的方法。

不仅仅是运行时间

在设计器件时，设计工程师需要查看更多的测试结果，才能更加深入地了解耗尽测试期间发生的情况。通过绘制电压和电流与时间的关系图，他们可以更清楚地掌握电池耗尽的情况。

为了测量流经电池和医疗器件的电压和电流，测试仪通常需要具备以下组件：

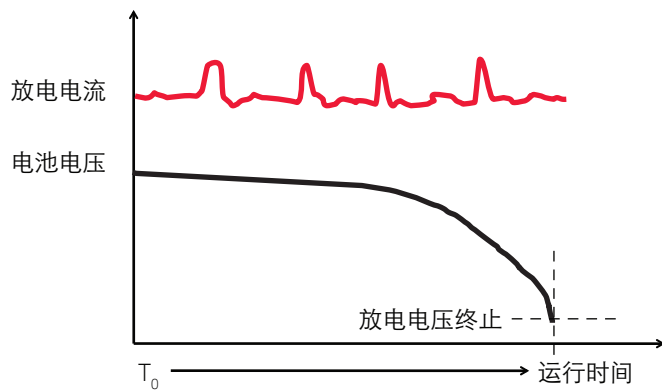
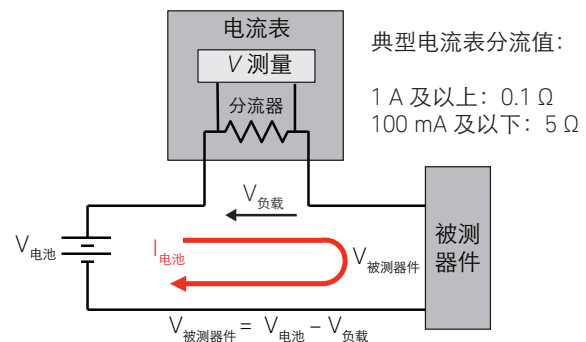


图 1. 电池耗尽测试结果

- 2 个数字万用表 (DMM)
- 2 通道数据记录仪或 2 通道数字化仪
- 示波器

与电流测量相比，电池电压测量没有那么关键。如需捕获衰减的电压波形，常规的数字万用表或数据记录仪就足以进行测量。然而，电流测量需要使用高速数字化仪，因为每个器件采用不同的电流消耗方案，如睡眠模式、待机模式、活动模式和无线数据传输模式（对于无线器件而言）。器件在活动模式下可以消耗几百毫安的电流，但在睡眠模式下只消耗几微安的电流。如果频繁开启和关闭器件，会产生高电流尖峰和瞬态效应。数字万用表不适合用于捕获快速变化的电流波形。此外，如果将数字万用表配置为电流表，它会出现负载电压，因为在数字万用表内有校准的分流器。这样会让被测器件处的电压降低，并使得整个电路负担高达几百毫伏。



电流表负载电压计算示例：

在 100mA 范围上，50mA 的 $I_{\text{电池}}$ 会产生 250mV 的负载电压，因此 4.2 V 电池将在被测器件处下降为 3.95V。

图 2. 数字万用表在测量电流时出现负载电压

在长时间测量快速变化的波形时，数字化仪是更好的选择，因为它有足够的带宽来捕获波形的各种快速变化。然而，由于数字化仪不直接测量电流，因此需要用到分流器。选择合适的分流器进行由微安培切换到安培的宽动态电流测量非常重要。如果所选的分流器尺寸是用于测量低电流，那么在分流器两端将存在大的电压降，导致在电路上产生负载电压。如果所选的分流器尺寸是用于测量高电流，那么低电流测量会存在不准确，因为可能没有足够的电压通过数字化仪。因此，在选择分流器尺寸时，必须在负载电压或低电流不准确之间加以权衡。

示波器是显示电流和电压测量波形的最佳选择，因为它具有良好的动态电流测量带宽和出色的更新速率。除此之外，示波器与数字总线存在良好的时间相关性，并具有各种触发功能，能准确地捕获信号。示波器与数字化仪面临同样的挑战，即选择正确的并且最适合的分流器进行测量，几乎不可能同时获得良好的低电流测量结果和高电流测量的容许负载电压。但是，示波器还可以与高灵敏度电流探头配合使用，使得电流范围可以低至 $50\mu\text{A}$ ，高达 5A 。如此一来，就既能显示大信号，又能显示快速、宽阔的波形细节。这种解决方案的局限性在于它不能执行长期测量。

电池耗尽测试解决方案

是德科技提供 N6781A 电池消耗分析仪和整体软件，可用于对需要 3A 以下电流的电池供电器件执行耗尽测试。N6781A 可以配置为零负载电流表。这意味着，在它测量电池和器件之间的电流时，仪器上的电压降为零。它还具有一项称为无缝覆盖的独特功能。通过这项功能，它可以即时自动调整范围，并以每秒 $100,000$ 个样本的速度测量从微安级到安培级的电流，不会在范围变化期间丢失任何数据。无缝覆盖功能使其非常适于测量耗尽测试期间的动态电流。此外，它还可以同时测量电池两端的电压。

使用 Keysight 14585 控制和软件，工程师可以快速设置电池耗尽测试，并且在无需对任何软件进行编码的情况下捕获和绘制耗尽测量结果。



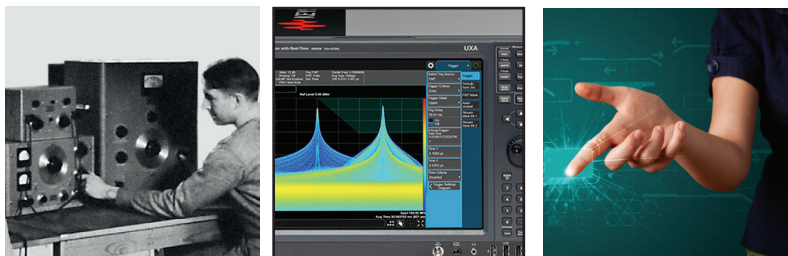
图 3. Keysight N6781A 和 N6785A 电池消耗分析仪是一款两象限电源和测量单元 (SMU) 模块，可以插入 N6705C 直流电源分析仪主机；14585A 控制和软件是一款整体解决方案，可用于电池供电医疗器件的电池耗尽测试。



图 4. 电池耗尽测试结果

演进

我们独有的硬件、软件和技术人员资源组合能够帮助您实现下一次突破。
我们正在开启技术的未来。



从惠普到安捷伦再到是德科技

-
- myKeysight** www.keysight.com/find/mykeysight
个性化视图为您提供最适合自己的信息！
- Keysight Infoline** www.keysight.com/find/Infoline
是德科技的洞察力帮助您实现最卓越的信息管理。免费访问您的是德科技设备公司报告和电子图书馆。
- KEYSIGHT SERVICES** www.keysight.com/find/services
我们拥有业界领先的技术人员、流程和工具，可以提供深度的设计、测试和测量服务。最终的结果就是：我们帮助您应用新技术，以及经工程师改进的流程，从而降低成本。
-  **3 年保修**
是德科技卓越的产品可靠性和广泛的 3 年保修服务完美结合，从另一途径帮助您实现业务目标：增强测量信心、降低拥有成本、增强操作方便性。
-  **Keysight Assurance Plans** www.keysight.com/find/AssurancePlans
10 年的周密保护以及持续的巨大预算投入，可确保您的仪器符合规范要求，精确的测量让您可以继续高枕无忧。
-  www.keysight.com/go/quality
是德科技公司
DEKRA 认证 ISO 9001:2015
质量管理体系
- 是德科技渠道合作伙伴
www.keysight.com/find/channelpartners
黄金搭档：是德科技的专业测量技术和丰富产品与渠道合作伙伴的便捷供货渠道完美结合。
- www.keysight.com/find/medical