

类别	内容
关键词	ZLG9021P0-1-TC、功耗测试
摘要	测试ZLG9021蓝牙模块各模式下的功耗

ZLG9021P0-1-TC 两种供电模式功耗测试报告

蓝牙模块

Technical Note

修订历史

版本	日期	原因
V1.0.00	2016/04/28	创建文档
V1.0.01	2020/12/30	更新文档模板

目 录

1. 功耗测试.....	1
测试环境.....	1
测试方法.....	1
功耗说明.....	2
DEEP SLEEP 模式测试方法	2
广播+SLEEP 模式测试方法.....	3
广播+RUN 模式测试方法	6
连接+ SLEEP 模式测试方法.....	8
连接+RUN 模式测试方法.....	9
接收+SLEEP 模式测试方法.....	10
发送+RUN 模式测试方法	10
2. 免责声明.....	12

1. 功耗测试

注：ZLG9021P0-1-TC 与 ZLG9021P0-1C-TC 不同之处在于天线，ZLG9021P0-1-TC 是板载 PCB 天线，ZLG9021P0-1C-TC 是外接天线。在功耗方面，可以互相参考。

测试环境

- ZLG9021P0-1-TC 测试样机 4PCS，其中 2PCS 为原版硬件（非 DC-DC 模式），另外 2PCS 为焊接了完整元器件的模块（DC-DC 模式）；
- 模块供电 3.3V；
- 测试手机为小米 4 联通版；
- EFM32-WG990-STK 电流测试工具和 DMM6000 六位半数字万用表；
- energyAware Profiler 1.12 上位机；
- USB 转串口；
- QBlue ISP studio 下载工具；
- 环境温度：20~28℃；

测试方法

准备 ZLG9021P0-1-TC 测试样机和配套测试例程，其中两个模块硬件为非 DC-DC 模式，另外两个为 DC-DC 模式的；这两种模式在硬件上 L1 和 L2 的位置焊接上对应的电感即为 DC-DC 模式；其中非 DC-DC 模式的硬件需要把 VCC 和 VDD 短接在一块供电，而 DC-DC 模式的硬件只需把 VCC 引脚接入电源，VDD 悬空；

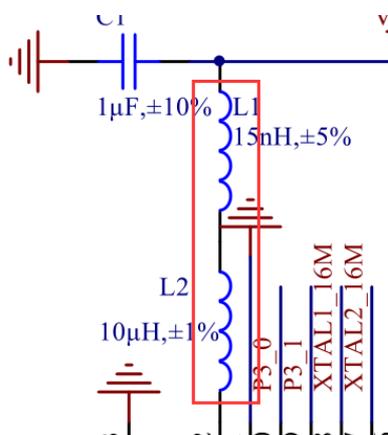


图 1.1 DC-DC 模式原理图



图 1.2 非 DC-DC 模式的硬件



图 1.3 DC-DC 模式的硬件

ZLG9021P0-1-TC 功耗测试主要采用 DMM6000 六位半数字万用表和 EFM32-WG990-STK 电流测试工具进行的, EFM32-WG990-STK 能够测试负载电流并通过 energyAware Profiler 上位机进行实时显示, 这样很方便测试样机的功耗分布情况; DMM6000 六位半数字万用表可以作为标准的功耗数据作为参考, 单对于周期跳变的功耗模式 (例如 1s 发一次广播), 则不能直观的显示出来; 因此需要两个工具共同测试, 相互对照。

测试步骤:

1. 准备 ZLG9021P0-1-TC 测试样机和配套测试例程;
2. 通过 QBlue ISP studio 下载工具把 LDO.bin 固件烧写到非 DC-DC 的模块里边, 把 DC_DC.bin 固件烧写到 DC-DC 模块里边;
3. 选择 EFM32-WG990-STK 为样机供电, 并保证这是样机的唯一供电电源, 在电源端串接 DMM6000 六位半数字万用表;
4. 通过 USB 线将 EFM32-WG990-STK 与 PC 机相连接;
5. 复位程序开始运行, 通过串口调试助手发送指令, 配置不同的功耗模式;
6. 启动 energyAware Profiler 上位机, 拔掉串口线, 测试功耗, 并记录 DMM6000 六位半数字万用表上得数据;
7. 分析、记录数据。

功耗说明

1. DEEP SLEEP 模式, 功耗最低, 此时模块不执行 BLE 协议栈, 只能通过 IO 口唤醒;
2. 广播+SLEEP 模式, 此模式下, 模块会定时唤醒发送一次广播, 其余时间处于睡眠模式。此模式下, 主机或者手机可以搜索广播, 可以连接模块, 广播周期可配置;
3. 广播+RUN 模式, 此模式下, 模块会定时唤醒发送一次广播, 其余时间 MCU 处于正常运行模式。此模式下, 主机或者手机可以搜索广播, 可以连接模块, 广播周期可配置, 平均功耗较高;
4. 连接+SLEEP 模式, 此模式下, 模块会定时唤醒与主机同步一次, 其余时间处于睡眠模式。此模式下, 主机或者手机可以搜索广播, 可以连接模块, 同步周期可配置, 此模式下, 在一定程度上反映了模块收发的功耗特性;
5. 连接+RUN 模式, 此模式下, 模块会定时唤醒与主机同步一次, 其余时间 MCU 处于正常运行模式。此模式下, 主机或者手机可以搜索广播, 可以连接模块, 同步周期可配置, 此模式下, 在一定程度上反映了模块收发的功耗特性, 平均功耗较高;

DEEP SLEEP 模式测试方法

1. 把模块的 P03 和 P13 接 VCC, 此时模块为 DEEP SLEEP 模式;
2. 通过 energyAware Profiler 上位机测得功耗, 记录数据;
3. 通过 DMM6000 测得平均功耗;
4. 更换模块, 重复执行第 1 步, 分别测得非 DC-DC 模块和 DC-DC 模块的 DEEP SLEEP 功耗并测试几次求平均值;

测试结果:

表 1.1 Deep sleep 模式下功耗对照表

模块类型	energyAware	DMM6000	功耗条件	备注
非 DC-DC	2.27 μ A	2.1731 μ A	模块一直处于 DEEP SLEEP 模式	以 DMM6000 测得的数据为准
DC-DC	2.22 μ A	2.154 μ A		



图 1.4 非 DC-DC 模块的 DMM6000 功耗测试结果

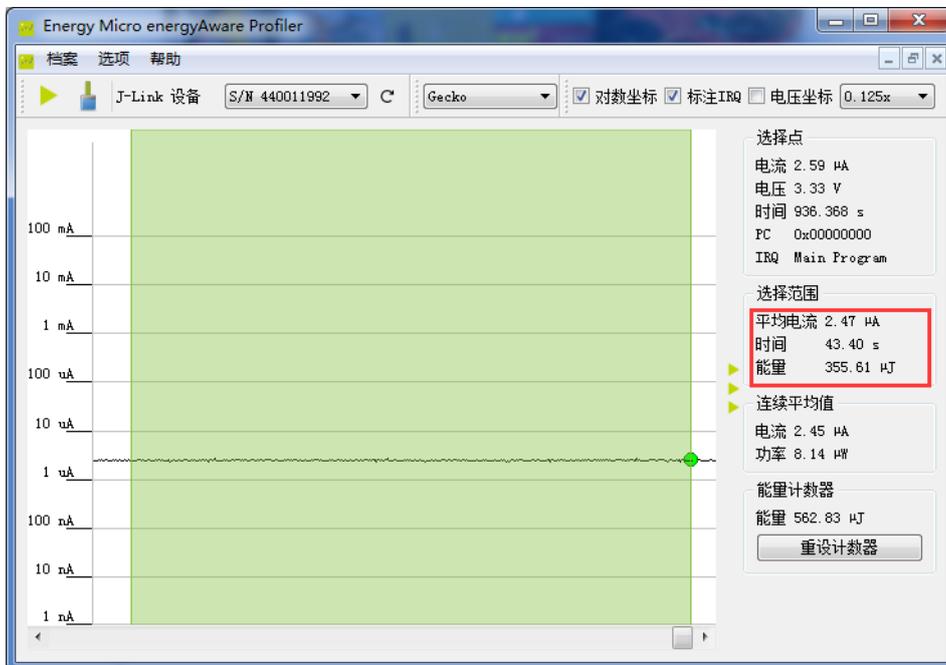


图 1.5 非 DC-DC 模块的 energyAware Profiler 功耗测试结果

广播+SLEEP 模式测试方法

1. 把模块的 P03 和 P13 接 GND，P00 和 P17 接入 usb 转串口，通过串口调试助手发送命令“TTM:ADP-(2)”（200ms 的广播周期），当串口回复“TTM:OK”说明设置

成功（指令不含引号，下同）；



图 1.6 修改广播周期配置

2. 把模块的 P03 接 GND、P13 接 VCC，P00 和 P17 引脚悬空；
3. 通过 energyAware Profiler 上位机测得功耗，记录数据；
4. 通过 DMM6000 测得平均功耗；
5. 更换模块，重复执行第 1 步，分别测得 500ms（“TTM:ADP-(5)”）、1s（“TTM:ADP-(10)”）、2s（“TTM:ADP-(20)”）广播周期的非 DC-DC 模块和 DC-DC 模块的功耗，并测试几次求平均值。

测试结果：

表 1.2 广播+SLEEP 模式下功耗对照表

模块类型	energyAware	DMM6000	功耗条件	备注
非 DC-DC	137.90 μA ^[1]	21 μA 到 24 μA 之间波动 ^[2]	200ms 的广播周期	以 energyAware 测得的数据为参考；DMM6000 不具有任何参考价值 ^[2]
	64.11 μA	6 μA 到 16 μA 之间波动	500ms 的广播周期	
	38.15 μA	5 μA 到 14 μA 之间波动	1s 的广播周期	
	25.23 μA	3 μA 到 14 μA 之间波动	2s 的广播周期	
DC-DC	134.57 μA	21 μA 到 24 μA 之间波动	200ms 的广播周期	
	63.05 μA	8.5 μA 到 16.8 μA 之间波动	500ms 的广播周期	
	35.28 μA	5.1 μA 到 15.4 μA	1s 的广播周期	

ZLG9021P0-1-TC 两种供电模式功耗测试报告

蓝牙模块

Technical Note

		之间波动		
	25.20 μ A	3 μ A 到 12 μ A 之间波动	2s 的广播周期	

注： [1]此模式下的电流整体波形见图 1.7，局部波形见图 1.8;

[2]由于此模式下，电流大小相差 3 个数量级，导致 DMM6000 来不及切换测量量程，显示的数据不具任何参考价值，下同。

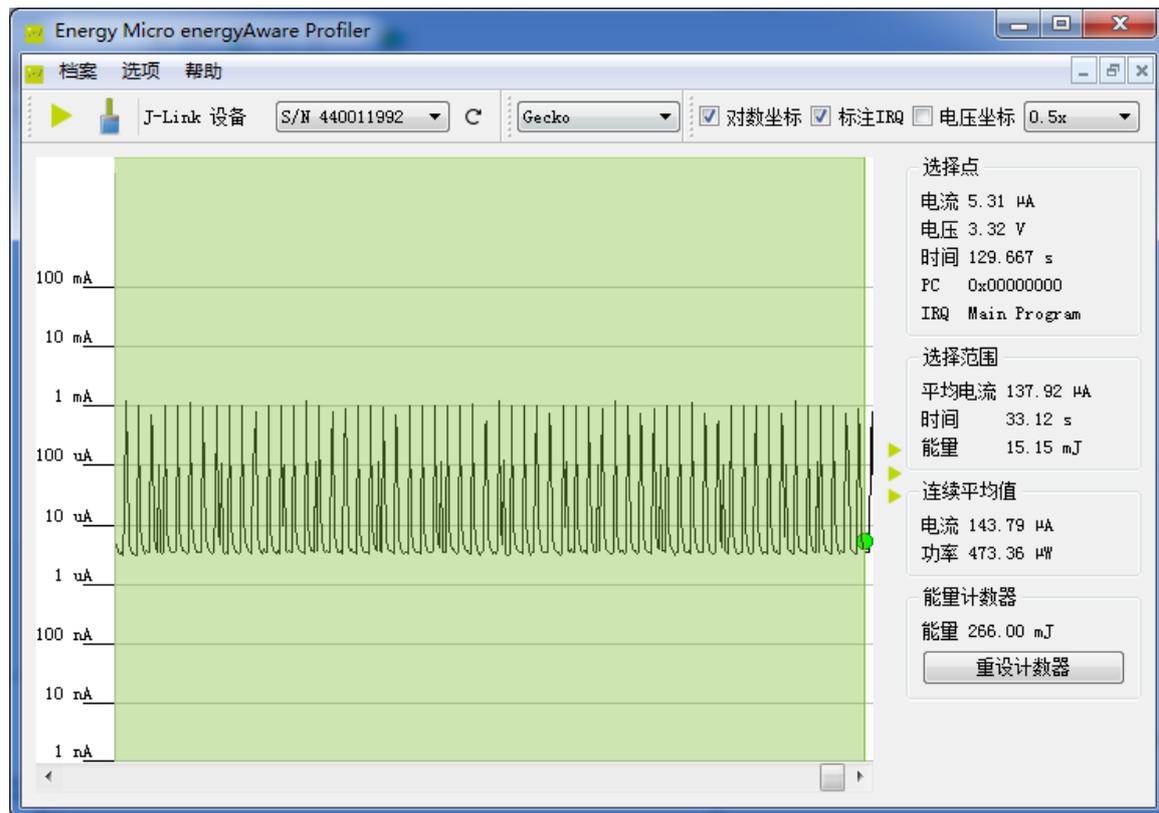


图 1.7 广播模式下整体波形

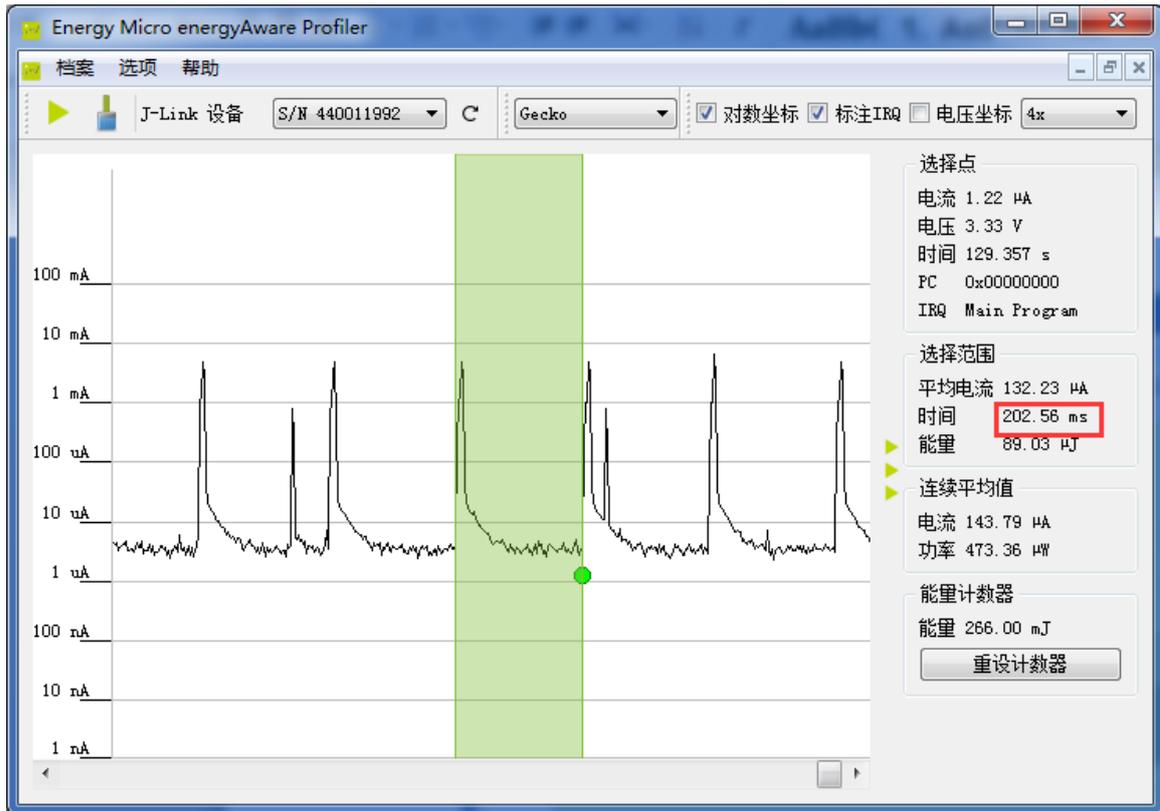


图 1.8 广播模式下的局部波形

广播+RUN 模式测试方法

1. 把模块的 P03 和 P13 接 GND，P00 和 P17 接入 usb 转串口，通过串口调试助手发送命令“TTM:ADP-(2)”（200ms 的广播周期），当串口回复“TTM:OK”说明设置成功（指令不含引号，下同）；
2. 把模块的 P03 和 P13 接 GND，P00 和 P17 引脚悬空；
3. 通过 energyAware Profiler 上位机测得功耗，记录数据；
4. 通过 DMM6000 测得平均功耗；
5. 更换模块，重复执行第 1 步，分别测得 500ms（“TTM:ADP-(5)”）、1s（“TTM:ADP-(10)”）、2s（“TTM:ADP-(20)”）广播周期的非 DC-DC 模块和 DC-DC 模块的功耗，并测试几次求平均值。

测试结果：

表 1.3 广播+RUN 模式功耗对照表

模块类型	energyAware	DMM6000	功耗条件	备注
非 DC-DC	1.40mA ^[1]	1.405mA ^[2]	200ms 的广播周期	以 DMM6000 测得的数据为准
	1.31mA	1.27mA 到 1.32mA 之间波动	500ms 的广播周期	以 energyAware 测得的数据为准，DMM6000 数据辅助参考
	1.29mA	1.27mA 到 1.32mA 之间波动	1s 的广播周期	

ZLG9021P0-1-TC 两种供电模式功耗测试报告

蓝牙模块

Technical Note

	1.28mA	1.27mA 到 1.32mA 之间波动	2s 的广播周期	
DC-DC	1.33mA	1.326mA	200ms 的广播周期	以 DMM6000 测得的数据为准
	1.29mA	1.267mA 到 1.297mA 之间波动	500ms 的广播周期	以 energyAware 测得的数据为准，DMM6000 数据辅助参考
	1.28mA	1.268mA 到 1.299mA 之间波动	1s 的广播周期	
	1.27mA	1.270mA	2s 的广播周期	

注： [1]见图 1.9;

[2]见图 1.10。s

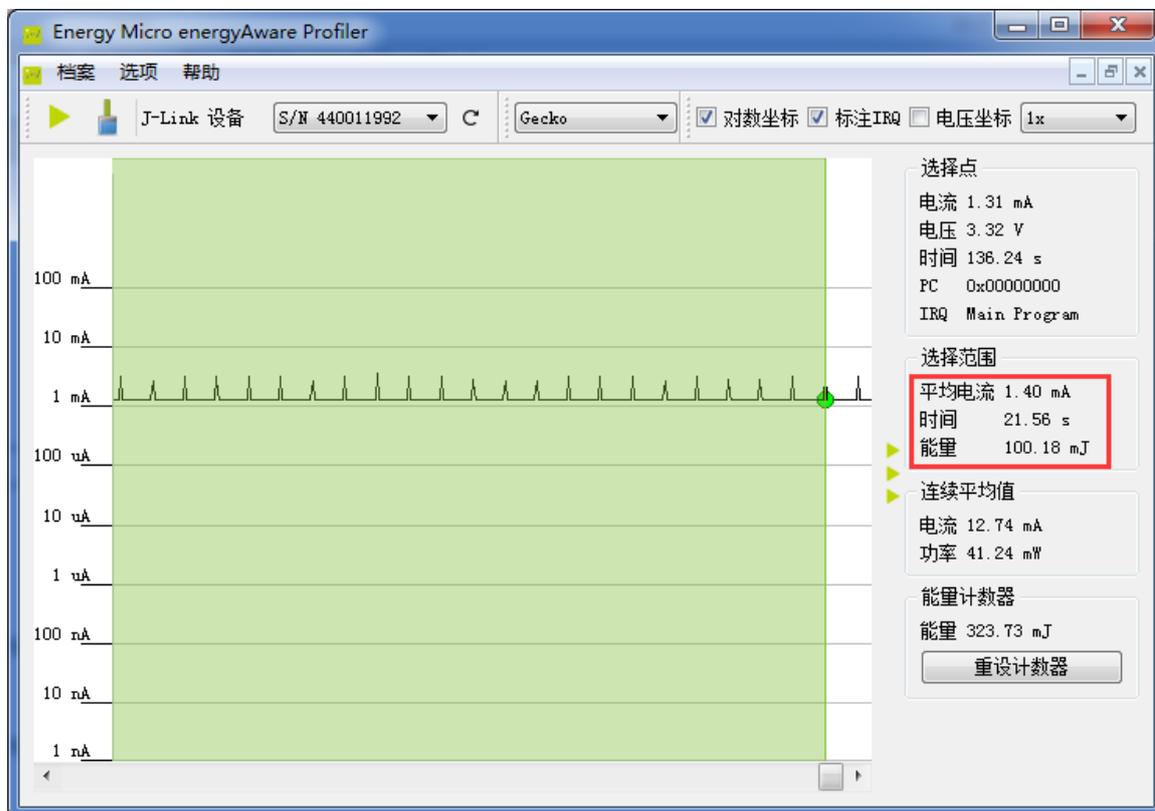


图 1.9 电流波形



图 1.10 电流数据

连接+ SLEEP 模式测试方法

1. 把模块的 P03 和 P13 接 GND，P00 和 P17 接入 usb 转串口，通过串口调试助手发送命令“TTM:CIT-20”（20ms 的连接间隔），当串口回复“TTM:OK”说明设置成功（指令不含引号，下同）；
2. 把模块的 P03 接 GND、P13 接 VCC，P00 和 P17 引脚悬空，重新让手机连接模块；
3. 通过 energyAware Profiler 上位机测得功耗，记录数据；
4. 通过 DMM6000 测得平均功耗；
5. 更换模块，重复执行第 1 步，分别测得 100ms（“TTM:CIT-100”）、500ms（“TTM:CIT-500”）、1s（“TTM:CIT-1000”）连接间隔的非 DC-DC 模块和 DC-DC 模块的功耗，并测试几次求平均值；

测试结果：

表 1.4 连接+ SLEEP 模式功耗对照表

模块类型	energyAware	DMM6000	功耗条件	备注
非 DC-DC	592.52 μ A	454 μ A 到 576 μ A 波动	20ms 连接间隔	以 energyAware 测得的数据为准，DMM6000 数据没有参考价值
	130.5 μ A	31 μ A 到 36 μ A 波动	100ms 连接间隔	
	39.47 μ A	10 μ A 到 16.0 μ A 波动	500ms 连接间隔	
	21.80 μ A	3.1 μ A 到 12.3 μ A 之间波动	1s 连接间隔	
DC-DC	536.85 μ A	424 μ A 到 553 μ A 波动	20ms 连接间隔	

	116.53 μ A	28 μ A 到 32 μ A 波动	100ms 连接间隔	
	38.05 μ A	10 μ A 到 14 μ A 之间波动	500ms 连接间隔	
	21.70 μ A	3.1 μ A 到 12.1 μ A 之间波动	1s 连接间隔	

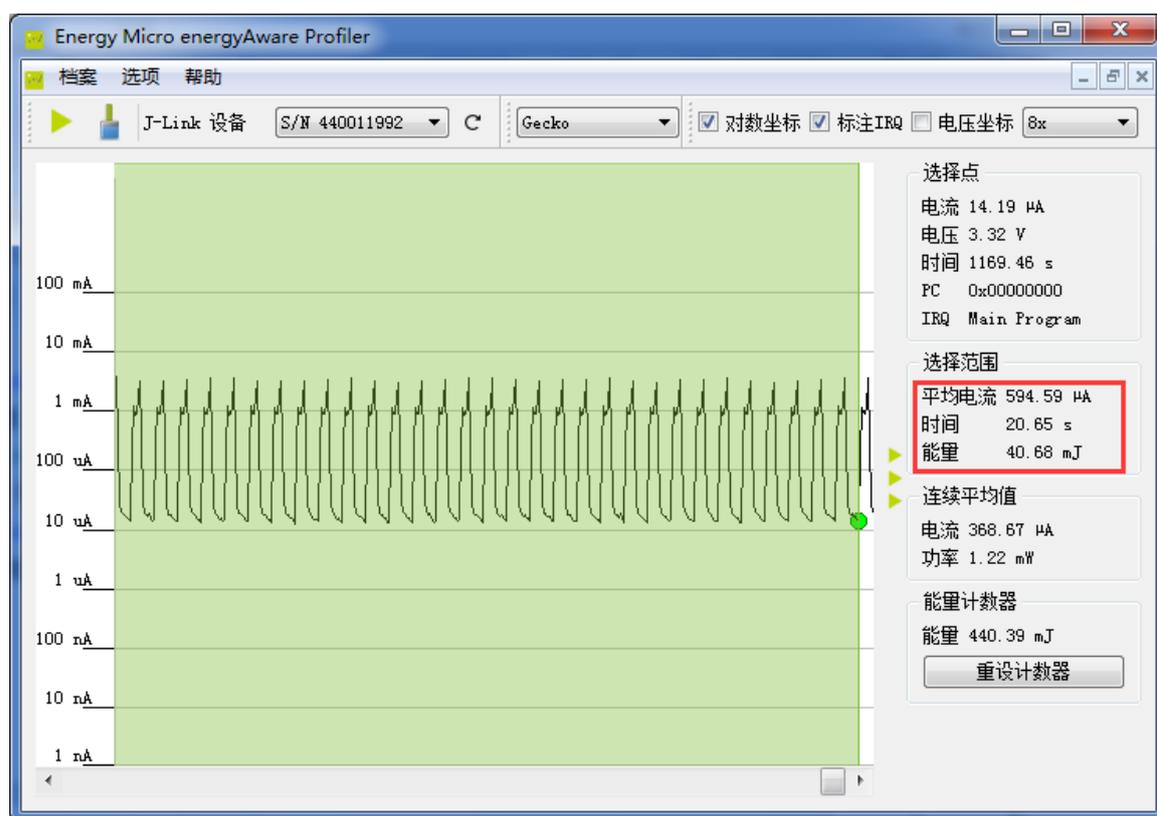


图 1.11 电流波形

连接+RUN 模式测试方法

1. 把模块的 P03 和 P13 接 GND，P00 和 P17 接入 usb 转串口，通过串口调试助手发送命令“TTM:CIT-20”（20ms 的连接间隔），当串口回复“TTM:OK”说明设置成功（指令不含引号，下同）；
2. 把模块的 P03、P13 接 GND，P00 和 P17 引脚悬空，重新让手机连接模块；
3. 通过 energyAware Profiler 上位机测得功耗，记录数据；
4. 通过 DMM6000 测得平均功耗；
5. 更换模块，重复执行第 1 步，分别测得 100ms（“TTM:CIT-100”）、500ms（“TTM:CIT-500”）、1s（“TTM:CIT-1000”）连接间隔的非 DC-DC 模块和 DC-DC 模块的功耗，并测试几次求平均值；

测试结果：

表 1.5 连接+RUN 模式功耗对照表

模块类型	energyAware	DMM6000	功耗条件	备注
非 DC-DC	1.33mA	1.355mA	20ms 连接间隔	以 DMM6000 测得的数据为准
	1.32mA	1.319mA	100ms 连接间隔	
	1.28mA	1.36mA	500ms 连接间隔	
	1.28mA	1.280mA	1s 连接间隔	
DC-DC	1.43mA	1.430mA	20ms 连接间隔	
	1.3mA	1.306mA	100ms 连接间隔	
	1.27mA	1.277mA	500ms 连接间隔	
	1.27mA	1.270mA	1s 连接间隔	

接收+SLEEP 模式测试方法

1. 由于接收模式的各种配置模式比较复杂,这里只选取一种条件对模块的功耗进行测试,测试条件:模块与手机相连,连接间隔为 20ms,除此之外,模块处于低功耗模式,手机每 50ms 向模块发送 20 个字节。
2. 把模块的 P03 和 P13 接 GND, P00 和 P17 接入 usb 转串口,通过串口调试助手发送命令“TTM:CIT-20”(20ms 的连接间隔),当串口回复“TTM:OK”说明设置成功(指令不含引号,下同);
3. 把模块的 P03 接 GND、P13 接 VCC,让手机连接模块;
4. 手机每 50ms 向模块发送 20 个字节
5. 通过 energyAware Profiler 上位机测得功耗,记录数据;
6. 通过 DMM6000 测得平均功耗;
7. 更换模块,重复执行第 1 步,测试非 DC-DC 模块和 DC-DC 模块的功耗,并测试几次求平均值。

测试结果:

表 1.6 接收+SLEEP 模式功耗对照表

模块类型	energyAware	DMM6000	功耗条件	备注
非 DC-DC	998 μ A	460 μ A 到 5050 μ A 之间跳动	连接并接数据状态	以 energyAware 测得的数据为准, DMM6000 数据没有参考价值
DC-DC	910.23 μ A	452 μ A 到 470 μ A 直接按跳动		

发送+RUN 模式测试方法

由于发送模式的各种配置模式比较复杂,这里只选取一种条件对模块的功耗进行测试,测试条件:模块与手机相连,连接间隔为 20ms,除此之外,模块处于正常运行模式,模块每 50ms 向手机发送 20 个字节。

1. 把模块的 P03 和 P13 接 GND, P00 和 P17 接入 usb 转串口,通过串口调试助手发

ZLG9021P0-1-TC 两种供电模式功耗测试报告

蓝牙模块

Technical Note

- 送命令“TTM:CIT-20”（20ms 的连接间隔），当串口回复“TTM:OK”说明设置成功（指令不含引号，下同）；
2. 把模块的 P03 接 GND、P13 接 VCC，让手机连接模块；
 3. 模块每 50ms 向手机发送 20 个字节；
 4. 通过 energyAware Profiler 上位机测得功耗，记录数据；
 5. 通过 DMM6000 测得平均功耗；
 6. 更换模块，重复执行第 1 步，测试非 DC-DC 模块和 DC-DC 模块的功耗，并测试几次求平均值。

测试结果：

表 1.7 发送+RUN 模式功耗对照表

模块类型	energyAware	DMM6000	功耗条件	备注
非 DC-DC	1.50mA	1.544mA	连接并发送数据状态	DMM6000 数据为准
DC-DC	1.43mA	1.458mA		

2. 免责声明

本着为用户提供更好服务的原则，广州致远电子股份有限公司（下称“致远电子”）在本手册中将尽可能地向用户呈现详实、准确的产品信息。但鉴于本手册的内容具有一定的时效性，致远电子不能完全保证该文档在任何时段的时效性与适用性。致远电子有权在没有通知的情况下对本手册上的内容进行更新，恕不另行通知。为了得到最新版本的信息，请尊敬的用户定时访问致远电子官方网站或者与致远电子工作人员联系。感谢您的包容与支持！