EVM User's Guide: BQ41Z50EVM *具有 Dynamic Z-Track™ 的* **BQ41Z50 2** 节、**3** 节和 4 节串联 锂离子电池包管理器评估模块

TEXAS INSTRUMENTS

说明

BQ41Z50 评估模块 (EVM) 是一款系统板,旨在评估 BQ41Z50 电量监测计在由多节电池系统供电的应用中 的功能。这款 EVM 包含一个 BQ41Z50、一个电流感 应电阻器、四个热敏电阻、三个 LED 和可根据预期应 用进行适当定制的接头选项。

本文全面介绍了如何使用 BQ41Z50EVM 在用户预期的 应用中配置、测试和评估 BQ41Z50 的性能,包括用于 初始测试设置的快速入门指南、用于电量监测算法配置 的 IT-DZT 指南、用于进一步器件配置的硬件和软件部 分等。

IT-DZT 电量监测指南一节概述和说明了 Dynamic Z-Track™ (IT-DZT) 算法。此外,还介绍了如何针对动态 负载分布来配置电量监测计。

特性

- 适用于 BQ41Z50EVM 锂离子电池包管理器评估模 块和 BQ296103 独立过压保护 IC 的完整评估系 统。
- 已组装的电路模块,便于快速设置
- 通过软件记录数据,便于进行系统分析

备注

BQ296103 是一款具有 LDO 输出的 2-4 节 电池过压保护器,可视为 BQ41Z50EVM 架 构设计中的二级保护器。请注意,BQ41Z50 独立于 BQ296103 运行。





1 评估模块概述

1.1 简介

BQ41Z50EVM 包含一个 BQ41Z50、一个 BQ296xxx 以及所有其他必需的元件(用于监控和预测容量、执行电芯 均衡、监控关键参数、防止 2、3 或 4 节串联锂离子或锂聚合物电池包中出现过充、过放电、短路和过流)。 BQ41Z50EVM 可以直接连接到电池包中的电芯。使用 BQ41Z50EVM 并搭配 EV2400 或 EV2500 接口板和软件 时,用户可以读取该器件的数据寄存器、将不同的配置编程到该器件中、记录循环数据以便进一步评估,并对该 设计在不同充电和放电条件下的整体功能进行评估。

1.2 套件内容

- BQ41Z50 和 BQ296103 电路模块
- 用于连接 EVM 与 EV2400 或 EV2500 通信接口适配器的电缆

1.3 规格

本节总结了 BQ41Z50EVM 和 BQ296103EVM 的性能规格。

表 1-1. BQ41Z50 和 BQ296103	电路模块性能规格汇总
---------------------------	------------

规格	最小值	类型	最大值	单位
Pack+ 至 Pack - 的输入电压	6	15	26	V
充电和放电电流	0	2	7	A

1.4 器件信息

有关完整的订购信息,请参阅位于 www.ti.com 的产品页面。

表 1-2. 订购信息

EVM 器件型号	配置
BQ41Z50EVM	2、3或4节

有关器件固件和硬件的信息,请参阅 www.ti.com 上的 *BQ41Z50 具有 Dynamic Z-Track™ 的 2 节、3 节和 4 节串 联锂离子电池包管理器* 数据表和 *BQ41Z50 技术参考手册*。



2 BQ41Z50EVM 快速入门指南

本节提供了如何使用 EVM 和电池来配置电量监测计的分步说明。

2.1 设置并评估 EVM 时所需的项目

- BQ41Z50EVM
- EV2400 或 EV2500 通信接口适配器
- 用于连接 EVM 与 EV2400 或 EV2500 通信接口适配器的电缆
- 用于连接通信接口适配器与计算机的 USB 电缆
- 装有 Windows 7 或更高版本操作系统的计算机
- 访问互联网以下载 Battery Management Studio 软件程序
- 二至四节电芯
- 可提供 16.8V 电压和 2A 电流的直流电源 (具有恒流恒压能力)

2.2 软件安装

在 https://www.ti.com/tool/download/BQ41Z50-FW 上的 BQ41Z50 工具文件夹中找到最新的软件版本。按照以下 步骤安装 BQ41Z50 Battery Management Studio 软件:

 从 https://www.ti.com/product/BQ41Z50 上 BQ41Z50EVM 产品文件夹的"开发工具"部分下载并运行 Battery Management Studio 安装程序。有关使用 Battery Management Studio 中工具的详细信息,请参阅 节 4.1。

与 IT-DZT 兼容的电池化学成分需要使用最新版本的 Chem Updater 软件。下载 Chem Updater 软件: GASGAUGECHEM-SW 设计工具 | TI.com。

如果使用 EV2400,请安装最新版本的 EV2400 适配器固件: EV2400 或 EV2500 接口适配器 | TI.com

2.3 EVM 连接

本节将介绍 EVM 的硬件连接。





图 2-1. BQ41Z50 电路模块与电芯和系统负载或充电器的连接

备注

为避免损坏器件和周围的无源元件,请在刷写新固件之前移除 J2。

- 与电芯直接连接: 1N (BAT)、1P、2P、3P、4P (BAT+)
- 如图 2-1 所示,连接电芯。妥善做法是先从电池包中最下方的电芯(电芯 1)开始,然后依次连接电芯 2 至
 4。其他电芯连接顺序可能会意外损坏 U1 和 U4 元件,导致保险丝熔断。如果使用 2 节或 3 节电芯配置,请确认在未使用的电压输入上跨接了短路连接。如需了解更多详情,请参阅图 2-2。

Number		J4 Terminal Block Connection							
of Cells	1N		1P		2P		3P		4P
2	\bigcirc	-cell1+	\bigcirc	-cell2+	\oplus	short	\ominus	short	\ominus
3	\ominus	-cell1+	\ominus	-cell2+	\bigcirc	-cell3+	\ominus	short	\ominus
4	\ominus	-cell1+	\ominus	-cell2+	\bigcirc	-cell3+	\ominus	-cell4+	\bigcirc

图 2-2. 电芯连接配置

备注

BQ41Z50 需要至少连接 2 节电芯才能正确运行。

串行通信端口(SMBC、SMBD)

- 将通信接口适配器电缆连接到 J3 以及 EV2400 或 EV2500 上的 SMB 端口。
- PACK+和 PACK-之间的系统负载和充电器连接
 - 将负载或电源连接到 J1 引脚块。负载或电源的正极线必须至少连接到前两个标有 PACK+ 的端子块中的一个。负载或电源的地线必须连接到最后一个标有 PACK 的端子块。

・ 系统状态引脚 (PRES/SHUTDN)

- 开始执行充电或放电测试之前,将J1端子块上的 PRES/SHUTDN 引脚连接到 PACK -。BQ41Z50 每 250ms 对 PRES/SHUTDN 引脚进行一次采样,因此在测试期间需要保持该连接。当
 Settings: Configuration: DA Configuration 寄存器中的不可拆卸 (NR) 位设置为1时,可将 PRES/ SHUTDN 保持开路。要测试睡眠模式,请断开 PRES/SHUTDN 引脚。
- · 将器件从关断模式唤醒 (WAKE)
 - 按下"Wake"按钮开关,将 Bat+暂时连接到 Pack+。这会将电压施加到 BQ41Z50 上的 PACK 引脚,从 而使稳压器上电并启动初始化序列。如果 Settings:Configuration:DA Configuration 正确配置为反映使用 中的电芯数量,则只需按住此按钮几秒钟。否则,需要一直按住该按钮,直到设置被更改。
- 参数设置
 - 默认数据闪存设置会将器件配置为3节串联锂离子电芯。用户必须更改 Settings: Configuration: DA Configuration 寄存器,以设置串联电芯节数,从而匹配实际的电池包配置。这样便完成了基本设置。另外,还必须更新其他数据闪存参数,以对电池包的电量监测操作进行微调。如需有关设置这些参数的帮助,请参阅 BQ41250 技术参考手册。

2.3.1 连接器

2.3.1.1 主要输入和输出连接器

2.3.1.2 跳线放置

表 2-1 说明了跳线功能。

排针连接器	触点	跳线连接	默认已组装
J2	1-2	PLSR	否
J5	1-3	LED 与 LED1 或 GPIO 4 的连接	是 (LED1)
J6	1-3	LED 与 LED2 或 GPIO 5 的连接	是 (LED2)
J7	1-3	LED 与 LED3 或 GPIO 6 的连接	是 (LED3)
Jð	1-2	用于为 LED 供电的外部 LDO (跳线禁用 LDO 功能)	否

表 2-1. 跳线放置

2.3.1.3 电池连接器



图 2-3. ED555/7DS (图片仅供参考)





图 2-4. 评估板电池连接器 (J4)

表 2-2. 连接器信息

位号	制造商	器件型号
J4	On-Shore Technology	ED555/7DS

表 2-3 介绍了电池连接器的连接。

表 2-3.	引脚说明
--------	------

引脚	名称	注释
7 (1N)	CELL0/GND	CELL1 的负极端子,直接连接至器件的 GND
6 (1N)	CELL0/GND	CELL1 的负极端子,直接连接至器件的 GND
5 (1P)	CELL1	CELL1 的正极端子, CELL2 的负极端子
4 (2P)	CELL2	CELL2 的正极端子, CELL3 的负极端子/短接至引脚 3 (2 或 1) (对于 2 节串联电池)
3 (3P)	CELL3	CELL3 的正极端子, CELL4 的负极端子/短接至引脚 2 或 1 (对于 3 节串联电池)
2 (4P)	CELL4	CELL4 的正极端子,直接连接至 BAT
1 (4P)	CELL4	CELL4 的正极端子,直接连接至 BAT

2.3.1.4 负载/充电器连接器



图 2-5. ED555/6DS (图片仅供参考)



图 2-6. 评估板负载/充电器连接器 (J1)

表 2-4. 连接器信息

位号	制造商	器件型号
J1	On-Shore Technology	ED555/6DS



表 2-5 描述了系统应用中通常外露的引脚的连接。

表 2-5. 引脚说明

引脚	名称	注释
6	LOAD+/PACK +	充电器或负载的正极端子
5	LOAD+/PACK+	充电器或负载的正极端子
4	/ALERT	警报数字信号输出,用于信号中断检测
3	/PRES	用于可拆卸电池包的输入,或紧急系统关断输入
2	LOAD-/PACK-	充电器或负载的负极端子
1	LOAD-/PACK-	充电器或负载的负极端子

2.3.1.5 GPIO 连接器



图 2-7. ED555/6DS(图片仅供参考)



图 2-8. 评估板 GPIO 连接器 (J8)

表 2-6. 连接器信息

位号	制造商	器件型号
J8	On-Shore Technology	ED555/6DS

表 2-7 介绍了六个可用 GPIO 的引脚排列。

表 2-7. 引脚说明

引脚	名称	注释
1	GPIO1	多功能推挽引脚,通用数字输入或通用数字输出。
2	PLSR_GPIO2	多功能推挽引脚,通用数字输入或通用数字输出。
3	GPIO3	多功能开漏引脚,通用数字输入或通用数字输出。
4	GPIO4	LED 显示段,可根据固件配置通过内部灌电流驱动外部 LED。或者,此引脚为推挽引脚,可配置 为通用数字输入引脚或通用数字输出引脚。
5	GPIO5	LED 显示段,可根据固件配置通过内部灌电流驱动外部 LED。或者,此引脚为推挽引脚,可配置 为通用数字输入引脚或通用数字输出引脚。
6	GPIO6	LED 显示段,可根据固件配置通过内部灌电流驱动外部 LED。或者,此引脚为推挽引脚,可配置 为通用数字输入引脚或通用数字输出引脚。

2.4 更新固件

在 www.ti.com 上的相应 BQ41Z50 文件夹中找到最新的固件版本。按照以下步骤安装 BQ41Z50 Battery Management Studio 软件:

- 1. 通过 Start | Programs | Texas Instruments | Battery Management Studio 菜单序列或 Battery Management Studio 快捷方式运行 Battery Management Studio。
- 2. 按照 "Programming" 屏幕中的说明,选择从 www.ti.com 下载的固件.bq.fs 文件, 然后点击 Program 按 钮。
- 3. 编程完成后, EVM 便可与最新固件配合使用。

3 硬件

3.1 BQ41Z50 生产校准指南

请参阅 BQ41xxx 生产校准指南。

备注

请注意,此校准方法适用于大规模生产。这与使用校准屏幕上引用的 EVM 进行一般校准不同。

4 软件

4.1 Battery Management Studio

4.1.1 寄存器屏幕

用户可以在 Registers 部分查看电量监测计中报告的参数。"Bit Registers"部分提供状态和故障寄存器的位级 图。绿色背景颜色表示该位为 0 (低电平状态),红色背景颜色表示该位为 1 (高电平状态)。点击 *Refresh* 按钮 时便会开始更新数据,而点击 *Scan* 按钮时则会连续进行扫描。

	1.1
Ψĩ	14
TA	11

Registers

Registers 🛛 Tota Memory SAdvanced Comm SMB 🖥 Programming



Registers																												- 9			
Name	Value	Un	Log	Sc /	N .	Name	Value	Un	Log	Sc	^	Name		Value	Un	Log	Sc	^	Name	V	alue Un	L	og Sc.	- ^	Name	,	Value	Un	Log	Sc	^
Manufacturer Acc	0x6180	hex	R	R		State of Health	81	%	R	R		Flt Rem	ιE	0	C	P	P		Cell 1 Raw	DOD 9	472 -				Ce	2 Res Root1	0	-	R	ø	
Remaining Cap	300	m	R	R		Cell 1 Voltage	3803	mV	R	×		Fit Full	Chg Q	2161	m	R	R		Cell 2 Raw	DOD 9	280 -		2 2		E Ce	2 Res Root2	0	-	R	R	
Remaining Time	10	min	P	P		Cell 2 Voltage	3806	mV	P			Flt Full	Chg E	2464	C	P			Cell 3 Raw	DOD 10	5384 -				ECe	12 ModeVC1	0		P	P	
At Rate	0	mA	R	R		Cell 3 Voltage	0	mV	P			No Loa	d RemCap	1856	m	R	P		Cell 4 Raw	DOD	0 -	1			Ce	12 ModeVC2	0		R	P	
At Rate Time To	65535	min	P	R		Cell 4 Voltage	0	mV	R			True Re	em Q	0	m	P	R		Cell 1 Bal 1	lime	0 s	1	2 P		E Ce	12 TempCom	19809	-	R	R	
At Rate Time To	65535	min	P	P		BAT pin voltage	7649	mV	P			True Re	em E	0	C	P	V		Cell 2 Bal 1	lime	0 s				Ce	12 TempCom	10850		P		
At Rate OK	1	-	R	R		PACK pin voltage	7120	mV	R			Initial Q		2161	m	R	•		Cell 3 Bal 1	lime	0 s	1	× ×		Ce	2 TempCom	742845		P	P	
Temperature	22.6	d	2	R		Cell 1 Current	5	mA	P			E Initial E		2464	C	P	R		Cell 4 Bal 1	lime	0 s	1	2 5		E Ce	12 TempCom	222544		P	2	
Voltage	7609	mV	R	R		Cell 2 Current	1	mA	P			True Fu	II Chg Q	2161	m	P			Cell 1 Bal [DOD	0 -	1	2 2		Ce	2 IRFilter	0		R		
Current	7	mA	P	R		Cell 3 Current	19	mA	P	R		True Fu	II Chg E	2464	C	P	R		Cell 2 Bal [DOD	0 -	1	7 P		Ce	13 Mode Rs	4	m	R	P	
Average Current	7	mA	2	R		Cell 4 Current	0	mA	R			T sim		22.6	d	R	•		Cell 3 Bal [DOD	0 -	1	2 2		Ce	3 Mode R1	440	m	R	2	
Max Error	100	%	R	R		Cell 1 Power	2	cW	P			T amb	ient	22.6	d	R			Cell 4 Bal I	DOD	0 -		2 2		Cel	3 Mode R2	142	m	P		
Relative State of	0	%	2	P	٩.	Cell 2 Power	0	cW	P			Cell 1 F	RaScale	1000	-	P		-	Total DOD	Chg	0 -	. 1	7 P		Ce	3 Mode R3	47	m	P	P	
Absolute State of	0	%	•	R		Cell 3 Power	0	cW	P			Cell 2 F	RaScale	1000		R			Sol FC@	25CQ 3	555 m	. 1			Ce	3 Mode Cap	1 3012	F	R		
Remaining Capa	0	m	R	P		Cell 4 Power	0	cW	P			Cell 3 F	RaScale	1000		P			Soll FC@	25CE 3	989 c.	1			Cel	3 Mode Cap	2 753	F	P		
Full charge Capa	2161	m		R		Power	5	cW	F			Cell 4 F	RaScale	0		R			Accum	e	0 5	1	~ ~		Cel	3 Mode Cap	3 3160	F	R		
Run time To Empty	65535	min	R	R		Average Power	5	cW	R			Cell 1 0	CompRes	0	m	R			Accum Cha	arge	0 m	. 1	~ ~		E Ce	3 Mode OC	/ 2948	mV	R		
Average Time to	65535	min	R	P		Int Temperature	17.8	d.	P			Cell 2 0	CompRes	0	m	P			dzt dod	g	472 -	1	2 2		Ce	3 Square Re	0		P		
Average Time to	18523	min		R		TS1 Temperature	22.6	d	R			Cell30	CompRes	0	m	R			Cell 1 Mod	e Rs	39 m				Cel	13 Linear Res	0		R	R	
Charging Current	0	mA	2	P		TS2 Temperature	22.6	d	R			Cell 4 (ComoRes	0	m	P	R		Cell 1 Mod	e R1	20 m		2 12		ECe	13 Const Res	0	1	R	R	
Charging Voltage	0	mV		P		TS3 Temperature	22.2	d	P			PackG	rid	0		P			Cell 1 Mod	e R2	13 m	1			Ce	3 Res Root1	0	100	P	R	
Cycle Count	0			F		TS4 Temperature	22.2	d	R			Cell 10	Srid	0		P	P		Cell 1 Mod	e R3	4 m				Cel	3 Res Root2	0		F	R	
A Maximum Turbo	0	CW	P	R		Coll Temperature	22.6	d	R			Cell 2 0	and	0		R			Cell 1 Mod	Can1 .2	5750 E		7 7		E Col	3 ModeVC1	3606		R	P	
Sustained Turbo	0	cW	P	P		EFFT Temperature	22.6	d	P	P		E Cell 3 (Soid	0		P			Cell 1 Mod	o Can2 5	236 F		~ ~		Cel	3 ModeVC2	36456		P	P	
Maximum Turbo	0	mA		2		Gauging Temper	22.6	d	F			Cell 4 (Srid	0		P			Cell 1 Mod	e Can3	97 F				Ce	13 TempCom	25522		P		
Contribut Table	0					Dues Transaction	070.0	4	17		~	E Chatter		400	-	17		~	Florid	- 001/ 0	000	, ,		~		10 Tamp Com	00407				~
Bit Registers																											Bit	High	Bit Lov	RS	VD
Name		Va	lue	Log		Log Fields	Scan	Bit15		Bit14	1	Bit13	Bit12	Bit11	1	Bit10	B	it9	Bit8	Bit7	Bit6		Bit5		Bit4	Bit3	Bit2	Bit1		Bit0	
Battery Mode		0x6	6081	P			R	CapM		ChgA	Λ	AM	RSVD	RSVD	F	RSVD	P	8	CC	CF	RSVD		RSVD	F	RSVD	RSVD	RSVD	PBS		ICC	
Battery Status		0x4	AD0	P			R	OCA		TCA		RSVD	OTA	TDA	F	RSVD	R	CA.	RTA	INIT	DSG		FC		FD	EC3	EC2	EC1		EC0	
Operation Status A		0x6	180	P		C	R	SLEEF	· •	XCH	G 👘	XDSG	PF	SS		SDV	SE	C1	SEC0	BTP_INT	EMSHU	Т	FUSE	A	CTHR	PCHG	CHG	DSG		PRES	5
Operation Status B		0x0	000	R			R	IOSHU	T P	SSH	UT	DISCONN	CB	DPSLP	S1	ORA_	SMB	ILC.	INIT	SLEEPM	XL	C	AL_0.		CAL	AUTOC	AUTH	LED		SDM	
Temp Range		0x	808	P			R	RSVD		RSVE	C	RSVD	RSVD	RSVD	F	RSVD	RS	VD	RSVD	RSVD	OT		HT		STH	RT	STL	LT		UT	
Charging Status		0x0	0004	P			R	DEG1		DEG	0	ERETM	ERM	NCT		CCC	C	VR	CCR	VCT	MCHG		SU		IN	HV	MV	LV		PV	
Gauging Status		0x	D5	R		E	₹	RSVD		RSVI	C	RSVD	RSVD	RSVD	F	RSVD	RS	VD	VLB	CF	DSG		EDV	B	AL_EN	TC	TD	FC		FD	
IT Status		0x0	004	P		E	R	RSVD	E	DVC	D	RSVD	OCVFR	LDMD		RX	QM	IAX.	VDQ	NSFM	OCVPR	. S	LPQM.		QEN	VOK	RDIS	RSVE	}	REST	
Manufacturing Status	5	0x8	000	P		C	₩.	CAL_E	NĽ	TE	ST	RSVD	RSVD	ACCHG	AC	DSG.	LED	EN	FUSE	BBR_EN	PF_EN		LF_EN	F	ET_EN	GAUGE	DSG_T.	CHG_T	. F	CHG	
Safety Alert A+B		0x0	0000	R		E	R	DCOT		CUV	C	OTD	OTC	ASCOL	F	RSVD	ASC	CCL	RSVD	AOLDL	RSVD		OCD2	(OCD1	OCC2	OCC1	COV		CUV	
Safety Status A+B		0x0	000	P			R	DCOT		CUV	С (OTD	OTC	ASCOL	. A	ASCD	ASC	CCL	ASCC	AOLDL	AOLD		OCD2	(OCD1	OCC2	OCC1	COV		CUV	
Safety Alert C+D		0x0	0000	R		C	R	RSVD		RSVE	Ο.	OCDL	COVL	UTD		UTC	PC	HGC	CHGV	CHGC	OC		CTOS	F	RSVD	PTOS	RSVD	RSVE)	OTE	
Safety Status C+D		0x0	0000	R			R	RSVD		RSVI)	OCDL	COVL	UTD		UTC	PCH	HGC	CHGV	CHGC	OC.		RSVD		CTO	RSVD	PTO	HWD	-	OTF	
PF Alert A+B		0x0	0000	R		-	R	ASCD	1	SCC	IL.	AOLDL	VIMA	VIMR		CD	IN	1P	CB	QIM	SOTE		COVL		SOT	SOCD	SOCC	SOV		SUV	
PF Status A+B		0x0	0000	R		F	R	ASCD		SCC	IL.	AOLDL	VIMA	VIMR		CD	IM	1P	CB	QIM	SOTE		COVL		SOT	SOCD	SOCC	SOV		SUV	
PF Alert C+D		0x0	0000	R		E	R	TS4		TS3		TS2	TS1	TMPC	F	SVD	RS	VD	RSVD	RSVD	2LVI		AFEC		AFER	FUSE	OCDL	DEET	F	CFET	E.
PF Status C+D		0x0	0000	R		E	P	TS4		TS3		TS2	TS1	TMPC		DFW	PEE	OR	RSVD	NTC	2LVI		AFEG		AFER	FUSE	OCDL	DEET	F	CFET	F
LStatus		0	00	R		C	R													RSVD	RSVD		RSVD	.F	RSVD	FIELD	ITEN	CF1		CEO	
Balance Status		0x	00	R		E	R													RSVD	RSVD		RSVD	-	RSVD	CELL4	CELL3	CELL	2	CELL	1

图 4-1. 寄存器屏幕

可通过"|Window | Preferences | SBS | Scan Interval |"菜单选项设置连续扫描周期。

Battery Management Studio 能够记录一段时间内的特定参数,点击"Start Log"按钮可启动该功能。要指定要记录在.log 文件中的值,可以使用 Register 部分中每个参数旁边的 Log 复选框来选择参数。按下"Stop Log"按钮可停止记录。



4.1.2 设置可编程 BQ41Z50 选项

BQ41Z50 数据闪存已根据 BQ41Z50 TRM 中详细说明的默认设置进行了配置。确保根据待评估设计的电池包和应用,选择兼容的设置。

备注

正确设置这些选项对于获得最佳性能至关重要。可以在"Data Memory"屏幕(请参阅 图 4-2)中配置 这些设置。

ta Memory					Filter/Search			
					/	Auto Export Hex Dum	p Export Import	Write_All Rea
ad/Write Data Memory C	ontents							
Calibration	Name	Value	Unit	Physical Start Address	Data Length	Row Number	Row Offset	Native Units
	✓ Voltage							
Settings	Cell Gain	12101	1 A A	0x4000	4	0	0	
tvanced Charge Algorithm	Pack Gain	120759	24	0x4004	4	0	4	
	BAT Gain	120759		0x4008	4	0	8	
Power	✓ Current							
LED Support	CC Gain	50142		0x400c	4	0	12	
CED Oupport	✓ Current Offset					1.21		
System Data	CC Offset	0		0x4014	2	0	20	-
SBS Configuration	Coulomb Counter Offset Samples	64	-	0x4016	2	0	22	
our comgutation	Board Offset	0		0x4018	2	0	24	
Lifetimes	✓ temperature		10	0.101				0.005
Deskadiese	Internal Temp Offset	0.0	°C	0x401a	2	0	26	0.1°C
Protections	External1 Temp Offset	0.0	°C	0x401c	2	0	28	0.1°C
Permanent Fail	External2 Temp Offset	0.0	°C	0x401e	2	0	30	0.1°C
2/2/12/04/17	External3 Temp Offset	0.0	*C	0x4020	2	1	0	0.1°C
PF Status	External4 Temp Offset	0.0	°C	0x4022	2	1	2	0.1°C
Black Box	✓ Internal Temp Model							
Direk Dox	Int Gain	-19850	-	0x4120	4	9	0	
Gas Gauging	Int base offset	6232		0x4124	2	9	4	
Da Tabla	Int Minimum AD	0	-	0x4126	2	9	6	
Ra lable	Int Maximum Temp	5754	0.1 K	0x4128	2	9	8	0.1 K
TMP468	✓ Cell Temperature Model							
	Coeff a1	-11130		0x412c	2	9	12	
	Coeff a2	19142	-	0x412e	2	9	14	-
	Coeff a3	-19262		0x4130	2	9	16	
	Coeff a4	28203		0x4132	2	9	18	-
	Coeff a5	892	-	0x4134	2	9	20	
	Coeff b1	328	-	0x4136	2	9	22	-
	Coeff b2	-605		0x4138	2	9	24	
	Coeff b3	-2443		0x413a	2	9	26	-
	Coeff b4	4696	-	0x413c	2	9	28	
	Rc0	6999	-	0x413e	2	9	30	(*)
	Adc0	6999		0x4140	2	10	0	
	Rpad	1		0x4142	2	10	2	-
	Rint	18000	-	0x4144	2	:10	4	· •
	 Fet lemperature Model 							
	Goeff a1	-11130		0x4148	2	10	8	
	Coeff a2	19142		0x414a	2	10	10	
	Coerras	-19262	-	UX414C	2	10	12	
	Coen a4	28203		0x414e	2	10	14	
	Coeff a5	892		0x4150	2	10	16	
	Coeff D1	328		Ux4152	2	10	18	
	Coen b2	-605		0x4154	2	10	20	
	Coeff b3	-2443		0x4156	2	10	22	
	Goen 64	4696		0x4158	2	10	24	
	Rc0	6999		0x415a	2	10	26	-

图 4-2. 数据存储器屏幕



4.1.3 校准屏幕

可对电流、电压和温度测量进行校准,以实现最佳性能。

按下 Calibration 按钮,选择 "Advanced Calibration"窗口。请参阅 图 4-3。

m Calibration	
ct the types of calibration to perform and enter the actual	input parameters in the corresponding boxes
Current Calibration	Temperature calibration
Applied Current	Sensor Applied temperature Calibrate
mA 🗌 Calibrate Current	Internal deg C
	External 1 deg C
/oltage calibration	External 2 deg C
Applied Cell 1 Voltage	External 3 deg C
mV Calibrate Voltage	External 4 deg C
Applied Battery Voltage	
mV Calibrate Battery Voltage	Calibrate Gas Gauge
Applied Pack Voltage	
mV Calibrate Pack Voltage	

图 4-3. 校准屏幕

4.1.3.1 电压校准

- 测量 Cell 1 与 1N 之间的电压并将该值输入 "Applied Cell 1 Voltage" 字段, 然后选中 "Calibrate Voltage" 框。
- 测量 Bat+ 与 Bat 之间的电压并将该值输入 "Applied Battery Voltage" 字段,然后选中"Calibrate Battery Voltage" 框。
- 测量 Pack+与 Pack 之间的电压并将该值输入 "Applied Pack Voltage"字段,然后选中 "Calibrate Pack Voltage"框。如果电压不存在,则通过发送 ManufacturerAccess() FET 控制命令 (0x0022) 来开启对 FET 的充电和放电。有关完成该操作的说明,请参阅第 4.1.6 节 "*高级命令 SMB 屏幕*"。
- 按下 Calibrate Gas Gauge 按钮以校准电压测量系统。
- 完成电压校准后,取消选择"Calibrate Voltage"框。

4.1.3.2 温度校准

- 在每个 "Applied Temperature" 字段中输入室温,然后为每个要校准的热敏电阻选中 "Calibrate" 框。输入的 温度值必须以摄氏度为单位。
- 按下校准电量监测计 (Calibrate Gas Gauge) 按钮以校准温度测量系统。
- 完成温度校准后,取消选中"Calibrate"框。



4.1.3.3 电流校准

使用 BQ41Z50EVM 时并不需要进行"Board Offset"校准,因此 Battery Management Studio 中不提供"Board Offset"校准选项。

- 连接并测量来自 1N (-) 和 Pack (+) 的 -2A 电流源,在不使用 FET 的情况下进行校准。(TI 不建议使用 FET 进行校准。)
- 在 "Applied Current" 字段中输入 -2000, 然后选择 "Calibrate Current" 框。
- 按下 Calibrate Gas Gauge 按钮以执行校准。
- 完成电流校准后,取消选择"Calibrate Current"框。

4.1.4 化学成分屏幕

化学成分文件包含仿真对电池和工作型材建模所用的参数。关键问题是将与电池匹配的化学成分 ID 编程到器件 中。可以在 Battery Management Studio 中的 "Data Memory" 部分查看某些参数。

1. 按下 Chemistry 按钮,选择"Chemistry"窗口。

Registers Tota Memory Calibration Chemistry Chemistry Programming

Program Battery Chemistr

Include chemistry IDs that do not s	upport Turbo Mode 2			
lanufacturer	Model	Chemistry ID ^	Description	Supports Turb
A&TB	LGR18650OU	0100	LiCoO2/graphitized carbon (default)	No
ATL	604396	0100	LiCoO2/graphitized carbon (default)	No
BAK	18650 C4 (2200 mAh)	0100	LiCoO2/graphitized carbon (default)	No
lig	ICR18650A2	0100	LiCoO2/graphitized carbon (default)	No
LG	ICR1865052	0100	LiCoO2/graphitized carbon (default)	No
Lishen	PP03376120AB (3380mAh)	0100	LiCoO2/graphitized carbon (default)	No
Lishen	PP289791AB (2960mAh)	0100	LiCoO2/graphitized carbon (default)	No
Moli	ICP1003450B	0100	LiCoO2/graphitized carbon (default)	No
Moli	ICR-18650G	0100	LiCoO2/graphitized carbon (default)	No
Moli	ICR18650H (2200mAh)	0100	LiCoO2/graphitized carbon (default)	No
Panasonic	CGR-18650A	0100	LiCoO2/graphitized carbon (default)	No
Panasonic	CGR-18650C	0100	LiCoO2/graphitized carbon (default)	No
Panasonic	CGR-18650D	0100	LiCoO2/graphitized carbon (default)	No
Panasonic	CGR-18650E	0100	LiCoO2/graphitized carbon (default)	No
Sanyo	18650 JCBFK16	0100	LiCoO2/graphitized carbon (default)	No
Sanyo	UR18650F (FK)	0100	LiCoO2/graphitized carbon (default)	No
Sanyo	UR18650F (JH)	0100	LiCoO2/graphitized carbon (default)	No
Sanyo	UR18650F (JT)	0100	LiCoO2/graphitized carbon (default)	No
SDI	ICR18650-20	0100	LiCoO2/graphitized carbon (default)	No
SDI	ICR18650-22E	0100	LiCoO2/graphitized carbon (default)	No
SDI	ICR18650-208	0100	LiCoO2/graphitized carbon (default)	No
SDI	ICR18650-20C	0100	LiCoO2/graphitized carbon (default)	No
SDI	ICR18650-20E	0100	LiCoO2/graphitized carbon (default)	No
Sony	18650GR	0100	LiCoO2/graphitized carbon (default)	No
Sony	US 18650G6C	0100	LiCoO2/graphitized carbon (default)	No
Sony	US 18650GR G6F	0100	LiCoO2/graphitized carbon (default)	No
Sony	US18650S	0100	LiCoO2/graphitized carbon (default)	No
Sony	US18650G4	0100	LiCoO2/graphitized carbon (default)	No
Sony	US18650G5	0100	LiCoO2/graphitized carbon (default)	No
Sony	18650 G8A (2550 mAh)	0101	Mixed Co/Ni/Mn cathode	No
Sony	SF US18650G7	0101	Mixed Co/Ni/Mn cathode	No
Sony	US18650G8 (2550mAh)	0101	Mixed Co/Ni/Mn cathode	No
Sony	SF US18650GR	0101	Mixed Co/Ni/Mn cathode	No
Sanyo	laminate	0102	NMC 1-1	No
ATI	Jaminato 554400	0103	110-02/	N

Program Selected Chemistry Program from GPCRB file...

图 4-4. 化学成分屏幕

- 2. 可点击所需列对表格进行排序,例如:点击"Chemistry ID"列标题。务必选中左上角的框,以确保只有 IT-DZT ChemID 可用。
- 3. 选择表格中与电芯匹配的 ChemID (参阅图 4-4)。
- 4. 按下 Program Selected Chemistry 按钮以更新器件中的化学成分。
- 5. 如果 GPCRB 工具已用于低温优化工具,请按 Program from GPCRB file 按钮,对 Chemdat 文件进行编程。 此步骤不是必需的。



4.1.5 编程屏幕

按 Programming 按钮可以选中 "Firmware Programming" 窗口。此窗口允许用户导出和导入器件固件。

🔉 Registers 😻 Advanced Comm S	MB 🛃 Programming 🛛					
Programming						
Perform Programming						
Program a FlashStream (.fs) file						
Select Programmable File						
Program					~	Browse
Read FS from Data Memory	Path	Here	BQ41z50_latest_FW_1.bq.fs	output	~	Browse
Path for combined .bq.fs:	Path	Here	BQ41z50_latest_FW_combined.bq.fs	output	~	Browse
Path for encrypted .bq.fs:	C:\bq41z50_v0_00_build_10.bq.fs		Input – bq.fs file fr	om ti.com	~	Browse
Include Read/Compare in expo	orted GM.FS					

图 4-5. 编程屏幕

4.1.5.1 对闪存存储器编程

"Programming"屏幕的上部用于将固件 (.bq.fs) 或配置 (.df.fs) 编程至 BQ41Z50 (请参阅图 4-5)。

- 使用 Browse 按钮搜索 .bq.fs 文件。
- 按下 Program 按钮, 然后等待下载完成。

4.1.5.2 导出闪存存储器内容

"Programming"屏幕的下方部分用于从器件导出所有闪存存储器内容(请参阅图 4-5)。

- 1. 在下方的第一个框中,按 Browse 按钮并输入.df.fs 文件名。该文件包含经过加密的电量监测计配置。
- 2. 在 *Path for combined .bq.fs* 中,按 *Browse* 按钮并输入 .bq.fs 文件名,该文件名来自上述名称(例如 filename_combined),请参阅示例图 4-5。组合的 .fs 文件包含要在生产中上传的加密 FW 和用户特定设置。
- 3. 在 *Path for encrypted .bq.fs* 中,按 *Browse* 按钮并上传 ti.com 提供的加密 bq.fs 文件。这个加密文件是用户 可以从 ti.com 下载的默认 .bq.fs。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

4. 按 Read FS from Data Memory,将闪存存储器内容保存到文件中。等待 BQStudio 屏幕左下角显示 Operation executed successfully 消息。



4.1.6 高级命令 SMB 画面

按下 *Advanced Comm SMB* 按钮,选择 "Advanced SMB Comm" 窗口。凭借该工具,可使用 SMB 和 "Manufacturing Access" 命令访问参数。请参阅图 4-6。

	-	
Registers Total Memory Advanced Comm SMB A Acalibration & Chemistry & Programming		
Idvanced Comm		
Config Target Address 17 23 (Hex) (Dec)		
Word Read/Write Command Word Send Cmd 08 (Hex) (Dec)		
Read Word 06 6 0x FFFF (Hex) (Dec) (Hex) (Hex		
Write Word 00 0 0x 0006 (Hex) (Dec)		
Block Read/Write		
Block Type Read Block 0 0 (Hex) (Dec) 0x 1		
Write Block		
ASCI		
Transaction Log		
TimeSta Target Opera Com Length Data (Hex-Value)	Status	^
2024-05 17 Rd W 09 2 1D88	Success	-
2024-00 17 VVF VV 00 2 0021	Success	\sim

图 4-6. 高级命令 SMB 画面

示例:

读取 SMB 命令。

- 读取 SBData 电压 (0x09)
 - SMBus 读字。命令 = 0x09
 - 字=0x3A7B,对应于14971mV的十六进制值

发送 MAC Gauging() 以通过 ManufacturerAccess() 启用 IT。

- 在禁用 Impedance Track[™] 的情况下,将 Gauging() (0x0021) 发送至 ManufacturerAccess()。
 - SMBus 写字。命令 = 0x00。数据 = 00 21

通过 ManufacturerAccess() 读取 Chemical ID() (0x0006)

- 将 Chemical ID() 发送给 ManufacturerAccess()
 - SMBus 写入块。命令 = 0x44。发送的数据 = 00 06
- 从 ManufacturerData() 读取结果
 - SMBus 读块。命令 = 0x44。读取的数据 = 06 00 10 12
 - 即为 0x1210, chem ID 1210



5 IT-DZT 电量监测指南

5.1 什么是 Dynamic Z-Track™ (IT-DZT)?

Dynamic Z-Track[™] (IT-DZT) 是 Impedance Track[™] (IT) 的扩展,用于精确监测可变负载条件下的电池状况。IT-DZT 为存在负载电流波动的应用提供可靠的性能和更长的电池寿命,例如电动工具、无人机和英特尔® 睿频加速 技术等。本节概述了作为 IT 扩展的 IT-DZT 算法。

5.2 IT-DZT 概述

IT-DZT 算法是在 IT 算法的基础上构建的。因此,对 IT-DZT 电量监测所涉及的因素有基本的了解至关重要。IT 和 IT-DZT 电量监测算法使用放电深度 (DoD)、总化学容量 (Qmax) 和内部电芯电阻 R_{BAT} (DoD、温度)等因素来 计算剩余容量和满电荷容量。

DOD 和 Qmax 更新时序显示了一个周期内的更新时序。经过 30 分钟的弛豫期后,每 100 秒读取一次 OCV 读数。OCV 读数与使用线性插值的预定义 OCV 表相关,从而得出 DoD。第一个 DoD 测量值为 DOD_0。对于特定的电池化学成分,OCV 表保持不变。使用 DOD 公式可以找到后续的 DOD 测量值。

 $DOD = DOD_0 + \frac{Passed \ Charge}{Qmax}$

图 5-1. DOD 公式





Qmax 是根据两个 DOD 读数 (DOD1 和 DOD2) 更新的,在充电或放电循环之前和之后进行,然后使用 图 5-3 进行计算。

$$Qmax = \frac{\Delta Q(t_1, t_2)}{DoD(t_2) - DoD(t_1)}$$

图 5-3. Qmax 公式

如果更新的 Qmax 值对比上次更新的 Qmax 值大 30%,则进行滤波以避免跳变。请注意,仅当 t2 和 t1 之间的 DoD 变化大于已通过的电荷的 37% 时,才会发生 Qmax 更新。准确的 Qmax 测量对于准确的电量监测至关重 要。该电量监测计具有额外的 TI 专有安全防护装置,可在不利条件下防止更新 Qmax。

在一个放电周期中,根据欧姆定律,使用 OCV 曲线和测得的 IR 压降 (V) 之间的压降来计算电阻,如下面的负载 电压公式所示。

dV = V - OCV(DoD,T)R(DoD,T) = dV/I

图 5-4. 负载电压公式

电阻值作为 DoD 和温度的函数,使用电阻因子 Ra 和 Rb 计算得出。使用电阻公式计算标准化电阻值。这些值在数据闪存中通过 Ra 表进行更新。每次超过 DoD 电荷的 11.1% 后,都会更新 Ra 表。一旦 DoD 达到 77.7%,就 会在每超过 3.3% DoD 电荷后进一步更新 Ra 表,总计更新 15 次 Ra。然后将更新存储在网格中,其中每个网格 点表示一个 DoD,如 Ra 网格表所示。

 $R(DoD,Tmp) = R_a(DoD,T)e^{R_b(DoD)(T-25)}$



图 5-5. 电阻公式

图 5-6. Ra 网格表

网格中的电阻估算值通过基于附近网格估算的回归来进一步细化。然后,优化的值用于缩放其余值,以供后续电阻更新。

IT 算法使用网格数组,分别通过电流检测和热敏电阻来测量平均电流 (lav) 和平均温度 (Tav)。这些测量值主要用于计算 Ra 更新。如果某些条目具有零值,则应用线性内插,并对新值求近似估计值。

TI Impedance Tracking 基于一种稳态模型来确定满电荷容量,包含一个用于对内部电芯电阻进行建模的电阻器。电池电阻会因老化和温度等因素而变化,而电池的化学容量会因老化而变化。

虽然 Impedance Tracking 电量监测计能够对保持一致的电流负载进行准确计量,但对于可变负载其准确度会降低。这是因为在放电例程期间,IT 电量监测计需要至少 500 秒(默认值)的稳定时间,以便准确测量和更新 Ra 表。在诸如电动工具和无人机等存在负载电流波动的应用中,由于 IT 电量监测计要等到找到能稳定达 500 秒的时刻才会更新 Ra 表,所以可能无法及时更新该表,这会导致电芯电阻被高估,而电池荷电状态 (SoC) 被低估。

Dynamic Z-Track[™] (IT-DZT) 通过采用一种更为精准地体现电池在负载状态下情况的模型,对 IT 技术加以拓展。 此过程是借助使用特定的电池参数来完成的,这些参数让它可以更精准地模拟电池的瞬态响应,且无需恒定的电 流负载或者长时间的弛豫期。该模型采用先进的算法,使用回归技术处理可变电流负载,通过选择反映电流实时



变化的输入数据来更新 Ra 表。这可以确保即使在显著的负载波动下,电阻值也保持准确。在恒定电流负载下, IT-DZT 模型的性能与 IT 模型类似。

下面的 图 5-7 显示了 IT 和 IT-DZT 增强型电池模型之间的比较。对于相同的负载,与 OCV + IR 压降模型相比, 增强型电池模型要准确得多。可以看出,IT 模型需要更长的稳定时间才能在放电周期后开始准确监测。



图 5-7. IT-DZT 和 IT 模拟模型

5.3 关键 IT-DZT 参数

BQ41Z50 按照技术参考手册中详细说明的默认设置进行配置。

本节概述了特定应用必须设置的最基本设置。其中包括一个简短的说明,可用作设置参数值的建议。在生产设置中,需要进行其他更新。

在动态负载的实现中,提供了示例配置。

[Gas Gauging][Design][Design Capacity mAh]:根据电池制造商的数据表来设置该值。这表示电芯的完全空载 标称容量。Design Capacity 应设置为并联的电芯数量*单个电芯的 Design Capacity。

[Gas Gauging][Design][Design Voltage]: Design Voltage 必须设置为电池包的标称电压。对于多节电芯应用, 请注意 Design Voltage = (串联电芯数)*标称电芯电压。电芯的标称电压可在其数据表中找到。

[Gas Gauging][Design][Design Capacity cWh]: 该值必须设置为 [Design Voltage] 与 [Design Capacity mAh] 的乘积。

```
[Gas Gauging][IT Cfg][Term Voltage]:这是空电池包电压,当处于该电压时,电量监测计会显示充电状态为 0%。该值应设置为系统所需的最小电压。对于 n 节串联应用,Term 电压应设置为 [Term Voltage] * n 节电芯。
```

备注 请注意,BQ41Z50还能够依据单个电池电芯的电压,将 SOC 报告为 0%。对于电芯的内阻各不相同, 并且在放电过程中会有一些电芯不均衡现象的应用而言,这一点很有用。请参阅 TRM 中 CELL_TERM 位的 IT Gauging Configuration 寄存器说明。

[Advanced Charge Algorithm][Termination Config][Charge Term Taper Current]:务必将在电量监测计数据 闪存中编程的收尾电流设置为略高于充电器的收尾电流阈值,以便电量监测计在充电器停止充电之前检测到电池 已充满电。可以使用给定的公式设置此值。

[Gas Gauging][Current Thresholds][Dsg Current Threshold]:绝对电流值大于该阈值表示电量监测计正在放电。该值必须大于 Quit Current (绝对值)。



[Gas Gauging][Current Threshold][Chg Current Threshold]: 电流值大于该阈值表示电池正在充电。该值必 须小于 Taper Current。

[Gas Gauging][Current Threshold][Quit Current Threshold]: 绝对电流值小于该阈值表示电池处于 RELAX 模式。

备注

Taper Current > Chg Current Threshold > Quit Current

Dsg Current Threshold > Quit Current

[Settings][Manufacturing][Mfg Status Init]:确保将 Gauge_EN 位设置为允许电量监测。建议将 FET_EN 设置 为允许固件控制保护 FET (CHG 和 DSG) ,但这是可选操作。

备注 可以发送 FET_EN 和 GAUGE_EN 命令,轻松完成启用操作。

[Settings][Configuration][Temperature Enable]: 该值决定要使用的热敏电阻。设置相应的位以启用热敏电阻。温度测量是 **IT-DZT** 算法中使用的关键参数。务必确保该值得到了合理设置。热敏电阻必须牢固地固定在电芯上,以便热敏电阻进行准确的电芯温度测量。

备注

确保热敏电阻安装在其中一个电芯上。

[Settings][Configuration][Temperature Mode]:该值决定了所使用的热敏电阻模式。将相应的热敏电阻位设置为 Cell Temperature 模式。将其余未使用的热敏电阻位设置为 FET 温度模式。将其设置为零,启用热敏电阻,这些值将报告给 Temperature()0x08。将其设置为 1, 启用 FET 温度模式,这会禁止热敏电阻报告给 Temperature()0x08。

[Gas Gauging][State][Update Status]:发送 GAUGE_EN 命令后,更新状态将等于 0x04,这意味着启用电量 监测。由于 IT-DZT ID 完全匹配,TI 将向客户提供 Qmax 值。用户可以将更新状态设置为 0x05。0x05 表示已得 知 Qmax。

[Gas Gauging][State][Qmax Cellx]: 对所需的 chemID 进行编程时,应自动填充这些值。如果尚未获得这些 值,请联系当地的 TI 代表,让 TI 电量监测专家提供这些值。

5.4 IT-DZT 化学成分详细信息

动态负载 (IT-DZT) 应用需要特定的 Chemistry ID,不同于标准 IT Chemistry ID。如果 TI 已经创建了 Chemistry ID 并且它具有高频数据(Turbo 模式),则 TI 可以使用高频数据来创建 IT-DZT ID。

如果尚未这样做,用户必须联系当地的现场应用工程师 (FAE),对电芯进行表征并格式化为 Chemistry ID。

用户对 IT-DZT-ChemID 进行编程后,所有 IT-DZT 曲线都将添加到化学成分设置中。用户仍需要确保正确配置 DZT 关键参数。

备注

对于 BQ41Z50 电量监测计,用户使用自定义的 IT-DZT ChemID 至关重要。如果可用电池化学成分列 表中未显示 ChemID,请在 https://www.ti.com/tool/GASGAUGECHEM-SW 上查看最新的化学成分更 新。

5.5 动态负载的实现 (IT-DZT)

本节使用 BQ41Z50 评估模块来重点介绍 IT-DZT 在动态负载下的优势。电池的特性如下表所示。这些参数对于配置电量监测计 (如前面几节中所述)至关重要。



表:	5-1.
电芯类型	锂离子
设计容量	4680mAh
充电电压	4430mV
端子电压	3000mV
设计电压	3860mV

下表显示了该实现方案的 Data Memory 配置。这些参数可确保准确的电量监测和 IT-DZT 功能。

	备注	
请注意 Term Voltage 和 Design	Voltage 是如何乘以3的。	用于该测试的应用为 3S1P。

表	5-2.
[Gas Gauging][Current Thresholds][Dsg Current Threshold]	100mA
[Gas Gauging][Current Thresholds][Chg Current Threshold]	50mA
[Gas Gauging][IT Cfg][Term Voltage]	8100mV
[Settings][Manufacturing][Mfg Status Init]	18
[Advanced Charge Algorithm][Termination Config][Charge Term Taper Current]	269mA
[Gas Gauging][Design][Design Capacity mAh]	4680mAh
[Gas Gauging][Design][Design Voltage]	11580mV
[Gas Gauging][Design][Design Capacity cWh]	5419cWh
[Gas Gauging][Current Thresholds][Quit Current Threshold]	10mA

- 放电和充电电流阈值:分别设置为 100mA 和 50mA,以准确确定运行期间是放电模式还是充电模式。可根据 应用来设置这些参数。确保 DSG 和 CHG 电流阈值都大于退出电流阈值。退出电流保持为默认 10mA。
- Term voltage:设置为 2,700mV * 3 节串联电芯:8100mV。在电池制造商数据表中,必须将该值设置为最低 电压或端子电压。
- Mfg Status Init:设置为 0x18。发送 GAUGE_EN 和 FET_EN 命令。
- Taper Current:根据 C/20 速率和 10% 开销,设置为 269mA。建议使用 C/20 收尾电流。但是,电量监测计 的收尾电流必须比充电器的收尾电流高 10-15%,以确保监测计在充电器切断充电电流之前能够平稳地终止充 电。
- Design Capacity:根据电芯数据表设置为 4,680mAh。
- Design Voltage:设置为 3,860mV × 3 节串联电芯 = 11,580mV。
- Design Capacity cWh:设置为 [Design Capacity]*[Design Voltage] = 4,680mAh × 11,580mV ~= 5,419cWh。
- Update Status:设置为 0x05。Qmax 已知。

备注

根据下面 Update Status 值的说明, Update Status 也可以设置为 0x06,因为电芯的内部电阻可通过创建 chemID 来获取。不过,该操作的目的是展示电量监测计如何准确跟踪动态负载下电芯的内部阻抗。

备注

- Update Status = 0x04 -> 电量监测计已启用,但未得知 Qmax 和 Ra
- Update Status = 0x05 -> 电量监测计已启用,已得知 Qmax
- Update Status = 0x06 -> 电量监测计已启用,已得知 Qmax 和电阻
- Update Status = 0x0E -> 与 0x06 相同,但已得知额外的 Qmax (字段 Qmax)。

在 [Settings][Configuration] 下,将 [Temperature Enable] 设置到右侧的热敏电阻引脚。本例中使用了 TS1 引脚,因此 [Temperature Enable] 设置为 2。BQ41Z50EVM 有 4 个热敏电阻,必须根据实现方案中所用的热敏电阻引脚进行设置。必须禁用所有未使用的 TS 引脚。图 5-8 显示了启用相应 TS 引脚时的温度使能寄存器。



Temp	perature Mode								hex
Ext 1 DA 0	X				Temperature Mod	de			
_pac		Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
SOC	MSB	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD	RSVD
Bala IT Gi	LSB	RSVD	RSVD	USER_TS Mode	TS4 Mode	TS3 Mode	TS2 Mode	TS1 Mode	TSInt Mode
П Gi П Gi				1	Write to Data Memory	ory			

图 5-8. 温度使能寄存器

TS1 是唯一安装在电池上并用于测量电芯温度的热敏电阻。禁用所有其他热敏电阻引脚,以防止其他温度读数产 生干扰。在 [Settings][Configuration][Temperature Mode] 下,将 TS1 模式位清除为 Cell Temperature 模 式,并将所有其他 TSn 模式设置为 FET Temperature mode。

使用"Commands"选项卡,重置电量监测计以清除 VOK 并临时设置 RDIS。在开始一个周期之前,要确保电芯 平衡,以避免放电深度 (DoD)、充电状态 (SoC) 读数不准确,甚至可能无法获取 Qmax 更新。建议在第一个周期 期间设置 RDIS,以防止电量监测计在获取 Qmax 更新之前更新电阻。

备注 或者,如果 Qmax 已知并且电池已充满电,则用户可以让 RDIS 位保持清零 (方法是不发送 RESET 命 令),并允许在第一个放电周期中得知电阻。

该实现方案利用 Arbin 电池测试仪,根据预定义的计划来执行充放电周期。此 IT-DZT 测试的自定义时间表包括充电、静息、放电及脉冲负载,以模拟快速充电和放电序列。下面的 图 5-9 说明了充电-静息-放电周期。在放电例程期间,Ra 值会更新,波动的负载有助于确定电量监测计是否准确捕获电阻变化。通过监测这些快速转换,可以评估电量监测计是否有效接收和处理了电阻更新,从而确保在任意负载条件下实现准确的性能。





5.6 结果

下图显示了在上一节中描述的 IT-DZT 示例实现过程中得到的各种指标。

下面的 图 5-11 显示了动态放电负载下的容量精度预测。请注意 SOC 误差百分比如何在 2% 以内。



图 5-11. SOC 精度

有关整个周期中的剩余容量和满电容量图,请参阅图 5-12。请注意,FCC 在第一个周期结束之前无法达到精确的程度。请注意,FCC 在所有放电周期内保持大致相同。



图 5-12. 剩余容量和 FCC 估算

下面 图 5-13 中左侧的表显示了循环开始时的 Ra 表,这些是在使用 bqStudio 对 chemID 进行编程后被编程到电量监测计的默认值。右侧的表包含对 Ra 表所做的更新。各个电芯 R_a 标志更新为 0x0055,这意味着电芯阻抗和 Qmax 已更新并正在使用该表。左表所示内容为测试前的情况。右表所示内容为测试后的情况。

Ra Table, R_a0, Cell0 R_a flag, ff55, - Ra Table, R_a0, Cell0 R_a 0, 186, mOhm	
Ra Table, R_a0, Cell0 R_a 0, 186, mOhm	
D- T-11- D -0 C-110 D - 1 02 -01-	
IKA JADIE.K AU.LEIIU K A 1.92.MUNM	
Ra Table, R a0, Cell0 R a 2,95, m0hm	
Ra Table, R a0, Cell0 R a 3, 111, mOhm	
Ra Table R a0 Cello R a 4,130 mOhm	
Pa Table P a0 Cello P a 5 91 m0hm	
Pa Tabla P an Callo P a 5 102 m0hm	
Pa Table P a0 Cello P a 7 94 m0hm	
Pa Table P a0 Cello P a 8 95 m0hm	
Pa Table P a0 Callo P a 0.07 mohm	
Da Table D an Callo D a 10 00 mohm	
Da Table R ad, Cello R a 10,99, monim	
Ra Table, R ab, Cello R a 11, 94, monm	
Ra Table, R_a0, Cello R_a 12, 124, monm	
Ra Table, R_a0, Cello R_a 15, 195, monm	
Ra Table, R_a0, Cello R_a 14, 224, monm	
Ra Table, R_al, Celli R_a flag, ff55, -	
Ra Table, R_al, Celli R_a 0,186, mOhm	
Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 1,92, mOhm	
Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 2,95, mOhm	
Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 3, 111, mOhm	
Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 4,130, mOhm	
Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 5,91, mOhm	
Pa Table P al Celli P a 6 102 mOhm	
na rabicja aljecili a a ojiozjmorm	-
Ra Table, R al. Celli R a 8.95.m0hm	
Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 8,95,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 8,95,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 9,97,mOhm	
Ra Table, al, Celli R_a 8,95,mOhm Ra Table, R_ai, Celli R_a 9,97,mOhm Ra Table, R_ai, Celli R_a 9,97,mOhm Ra Table, Rai, Celli R_a 10,99,mOhm	
Ra Table, R_al, Celli R_a 8,95,mOhm Ra Table, R_al, Celli R_a 8,95,mOhm Ra Table, R_al, Celli R_a 9,97,mOhm Ra Table, R_al, Celli R_a 10,99,mOhm Ra Table, R_al, Celli R_a 11,94 mOhm	
Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 0,100,m0hm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 8,95,m0hm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 9,97,m0hm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 10,99,m0hm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 11,94,m0hm Ra Table R_a1,Cell1 R_a 12,42 m0hm	
Ra Table, R aj, Celli R a 8,955, mohm Ra Table, R aj, Celli R a 8,95, mohm Ra Table, R aj, Celli R a 9,97, mohm Ra Table, R aj, Celli R a 11,94, mohm Ra Table, R aj, Celli R a 11,94, mohm Ra Table, R aj, Celli R a 11,94, mohm Ra Table, R aj, Celli R a 13,155, mohm	
Ra Table, R_al, Cell1 R_a 0, 20, mohm Ra Table, R_al, Cell1 R_a 9,97, mohm Ra Table, R_al, Cell1 R_a 9,97, mohm Ra Table, R_al, Cell1 R_a 10, 99, mohm Ra Table, R_al, Cell1 R_a 12, 124, mohm Ra Table, R_al, Cell1 R_a 13, 195, mohm Ra Table, R_al, Cell1 R_a 13, 195, mohm	
Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 0,102, mohm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 8,95, mOhm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 9,97, mOhm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 10,99, mOhm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 11,94, mOhm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 12,124, mOhm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 13,195, mOhm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 14,224, mOhm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 14,224, mOhm	
Ra Table, R. aj, Celli R. a. 8,95, mOhm Ra Table, R. aj, Celli R. a. 8,95, mOhm Ra Table, R. aj, Celli R. a. 19,99, mOhm Ra Table, R. aj, Celli R. a. 19,99, mOhm Ra Table, R. aj, Celli R. a. 19,4, mOhm Ra Table, R. aj, Celli R. a. 12, 124, mOhm Ra Table, R. aj, Celli R. a. 13, 195, mOhm Ra Table, R. aj, Celli R. a 14, 224, mOhm Ra Table, R. aj, Celli R. a. 14, 224, mOhm Ra Table, R. aj, Celli R. a. 14, 224, mOhm Ra Table, R. aj, Celli R. a. 14, 224, mOhm	
Ra Table, R_al, Cell1 R_a 0,100, mohm Ra Table, R_al, Cell1 R_a 9,97, mohm Ra Table, R_al, Cell1 R_a 9,97, mohm Ra Table, R_al, Cell1 R_a 10,99, mohm Ra Table, R_al, Cell1 R_a 12, 124, mohm Ra Table, R_al, Cell1 R_a 13, 195, mohm Ra Table, R_al, Cell1 R_a 14, 224, mohm Ra Table, R_al, Cell2 R_a 14, 224, mohm Ra Table, R_al, Cell2 R_a 14, 224, mohm Pa Table, R_al, Cell2 R_a 0, 186, mohm Pa Table, R_al, Cell2 R_a 0, 186, mohm	
Ra Table, R. aj, Celli R. a 8,955, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 8,957, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 10,959, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 10,959, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 12,124, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 13,195, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 14,224, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 14,224, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 14,224, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 13,195, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 14,224, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 14,224, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 19,25, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 19,20, mohm	
Ra Table, R. al, Celli R. a 8,95, mOhm Ra Table, R. al, Celli R. a 8,95, mOhm Ra Table, R. al, Celli R. a 19,99, mOhm Ra Table, R. al, Celli R. a 11,94, mOhm Ra Table, R. al, Celli R. a 11,94, mOhm Ra Table, R. al, Celli R. a 12,124, mOhm Ra Table, R. al, Celli R. a 13,195, mOhm Ra Table, R. al, Celli R. a 14,224, mOhm Ra Table, R. al, Celli R. a 14,224, mOhm Ra Table, R. al, Celli R. a 13,185, mOhm Ra Table, R. al, Celli R. a 13,186, mOhm Ra Table, R. al, Celli R. a 1,224, mOhm Ra Table, R. al, Celli R. a 12,24, mOhm Ra Table, R. al, Celli R. a 12,20, mOhm Ra Table, R. al, Celli R. a 12,95, mOhm	
Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 0, 20, mohm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 9,97, mohm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 9,97, mohm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 10, 99, mohm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 12, 124, mohm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 12, 124, mohm Ra Table, R_a2, Cell1 R_a 13, 195, mohm Ra Table, R_a2, Cell2 R_a 1, 42, 24, mohm Ra Table, R_a2, Cell2 R_a 1, 42, mohm Ra Table, R_a2, Cell2 R_a 1, 42, mohm Ra Table, R_a2, Cell2 R_a 1, 92, mohm Ra Table, R_a2, Cell2 R_a 3, 92, mohm Ra Table, R_a2, Cell2 R_a 3, 111, mohm Ra Table, R_a2, Cell2 R_a 3, 111, mohm	
Ra Table, R. aj, Celli R. a 8,95, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 8,95, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 19,95, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 19,94, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 11,94, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 12, 124, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 13, 195, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 14, 224, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 14, 224, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 1,92, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 3,95, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 3,95, mohm	
Ra Table, R. a1, Cell R. a 6, 95, mOhm Ra Table, R. a1, Cell R. a 8, 95, mOhm Ra Table, R. a1, Cell R. a 19, 97, mOhm Ra Table, R. a1, Cell R. a 11, 94, mOhm Ra Table, R. a1, Cell R. a 11, 94, mOhm Ra Table, R. a1, Cell R. a 12, 124, mOhm Ra Table, R. a1, Cell R. a 13, 195, mOhm Ra Table, R. a1, Cell R. a 14, 224, mOhm Ra Table, R. a2, Cell R. a 14, 224, mOhm Ra Table, R. a2, Cell R. a 13, 186, mOhm Ra Table, R. a2, Cell R. a 13, 186, mOhm Ra Table, R. a2, Cell R. a 12, 29, mOhm Ra Table, R. a2, Cell R. a 3, 111, mOhm Ra Table, R. a2, Cell R. a 3, 111, mOhm Ra Table, R. a2, Cell R. a 3, 95, mOhm	
Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 8, 955, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 8, 955, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 10, 95, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 11, 94, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 11, 94, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 12, 124, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 13, 195, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 14, 224, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 14, 224, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 14, 224, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 13, 195, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 1, 92, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 1, 92, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 3, 111, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 3, 111, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 4, 136, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 5, 91, mohm	
Ra Table, R. aj,Celli R. a. 8,95, mOhm Ra Table, R. aj,Celli R. a. 8,95, mOhm Ra Table, R. aj,Celli R. a. 19,95, mOhm Ra Table, R. aj,Celli R. a. 19,94, mOhm Ra Table, R. aj,Celli R. a. 19,94, mOhm Ra Table, R. aj,Celli R. a. 19,195, mOhm Ra Table, R. aj,Celli R. a. 195, mOhm Ra Table, R. aj,Celli R. a. 192, mOhm Ra Table, R. az,Celli R. a. 2,95, mOhm Ra Table, R. az,Celli R. a. 4,130, mOhm Ra Table, R. az,Celli R. a. 4,130, mOhm Ra Table, R. az,Celli R. a. 5,91, mOhm Ra Table, R. az,Celli R. a. 5,91, mOhm Ra Table, R. az,Celli R. a. 5,91, mOhm	
Ra Table, R a1, Cell R a 0, 26, mohm Ra Table, R a1, Cell R a 8, 95, mohm Ra Table, R a1, Cell R a 9, 97, mohm Ra Table, R a1, Cell R a 19, 99, mohm Ra Table, R a1, Cell R a 11, 94, mohm Ra Table, R a1, Cell R a 11, 94, mohm Ra Table, R a1, Cell R a 11, 124, mohm Ra Table, R a1, Cell R a 14, 224, mohm Ra Table, R a2, Cell R a 12, 224, mohm Ra Table, R a2, Cell R a 13, 186, mohm Ra Table, R a2, Cell R a 13, 224, mohm Ra Table, R a2, Cell R a 12, 224, mohm Ra Table, R a2, Cell R a 13, 186, mohm Ra Table, R a2, Cell R a 13, 136, mohm Ra Table, R a2, Cell R a 3, 111, mohm Ra Table, R a2, Cell R a 3, 113, mohm Ra Table, R a2, Cell R a 4, 913, mohm Ra Table, R a2, Cell R a 4, 91, 30, mohm Ra Table, R a2, Cell R a 6, 102, mohm Ra Table, R a2, Cell R R a 5, 91, mohm Ra Table, R a2, Cell R R a 5, 91, mohm Ra Table, R a2, Cell R R a 5, 91, mohm	
Ra Table, R. aj, Celli R. a 8,95, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 8,95, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 10,99, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 10, 99, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 12, 124, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 13, 195, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 14, 224, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 13, 195, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 13, 195, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 13, 195, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 13, 195, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 13, 195, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 1, 324, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 1, 92, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 4, 136, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 4, 136, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 5, 102, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 7, 94, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 10, 99, mohm	
Ra Table, R. aj,Celli R. a 8,95, mOhm Ra Table, R. aj,Celli R. a 8,95, mOhm Ra Table, R. aj,Celli R. a 19,99, mOhm Ra Table, R. aj,Celli R. a 19,99, mOhm Ra Table, R. aj,Celli R. a 19,94, mOhm Ra Table, R. aj,Celli R. a 12,124, mOhm Ra Table, R. aj,Celli R. a 12,124, mOhm Ra Table, R. aj,Celli R. a 1,224, mOhm Ra Table, R. aj,Celli R. a 1,224, mOhm Ra Table, R. aj,Celli R. a 1,92, mOhm Ra Table, R. aj,Celli R. a 4,130, mOhm Ra Table, R. aj,Celli R. a 4,130, mOhm Ra Table, R. aj,Celli R. a 5,91, mOhm Ra Table, R. aj,Celli R. a 5,91, mOhm Ra Table, R. aj,Celli R. a 5,91, mOhm Ra Table, R. aj,Celli R. a 7,94, mOhm Ra Table, R. aj,Celli R. a 10,99, mOhm Ra Table, R. aj,Celli R. a 10,99, mOhm	
Ra Table, R. aj, Celli R. a 8,95, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 8,95, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 10,99, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 11,94, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 11,94, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 12,124, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 13,195, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 13,195, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 14,224, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 13,86, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 195, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 1,92, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 1,92, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 3,111, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 3,91, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 6,102, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 8,95, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 19,95, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 19,95, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 19,99, mohm Ra Table, R. aj, Celli R. a 19,99, mohm	
Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 8, 8, 5, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 8, 9, 5, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 18, 99, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 11, 94, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 11, 94, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 11, 94, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 11, 924, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 14, 224, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 14, 224, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 14, 224, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 14, 224, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 14, 92, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 14, 92, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 3, 95, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 3, 95, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 3, 91, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 3, 91, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 3, 93, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 3, 95, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 10, 99, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 10, 99, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 10, 99, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 10, 99, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 10, 99, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 11, 94, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 11, 94, mohm Ra Table, R. aj, Cell II. Ra 11, 94, mohm	

Ra Table, R a0, Cell0 R a flag, 55, -	
Ra Table, R_a0, Cell0 R_a 0, 184, mOhm	
Ra Table, R a0, Cell0 R a 1,91, mOhm	
Ra Table, R a0, Cell0 R a 2,90, mOhm	
Ra Table, R a0, Cell0 R a 3, 100, mOhm	
Ra Table, R a0, Cell0 R a 4, 115, mOhm	
Ra Table, R a0, Cell0 R a 5, 79, mOhm	
Ra Table, R a0, Cell0 R a 6,96, mOhm	
Ra Table, R a0, Cell0 R a 7,97, mOhm	
Ra Table, R a0, Cell0 R a 8, 104, mOhm	
Ra Table,R a0,Cell0 R a 9,109,m0hm	
Ra Table, R a0, Cell0 R a 10, 113, mOhm	
Ra Table, R a0, Cell0 R a 11, 118, mOhm	
Ra Table, R a0, Cell0 R a 12, 164, mOhm	
Ra Table, R a0. Cell0 R a 13, 307, mOhm	
Ra Table, R a0, Cell0 R a 14, 350, mOhm	
Ra Table, R al. Celli R a flag, 55	
Ra Table, R al. Celli R a 0, 180, mOhm	
Ra Table, R al. Celli R a 1.89, mOhm	
Ra Table, R al. Celli R a 2,87, mOhm	
Ra Table, R al. Celli R a 3.96.mOhm	
Ra Table, R al. Cell1 R a 4, 111, m0hm	
Ra Table R al Celli R a 5.76 mOhm	
no rubicji orjectiti i o ojrojioni	
Ra Table R at Cell1 R a 6 93 mObm	
Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 6,93,mOhm	_
Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 6,93,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 8,101,mOhm	-
Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 6,93,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 8,101,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 9,105,mOhm	-
Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 6,93,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 8,101,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 9,105,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 10,110,mOhm	
Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 6,93,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 8,101,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 9,105,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 10,110,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 11,115,mOhm	
Ra Table,R al,Cell1 R.a 6,93,mOhm Ra Table,R_al,Cell1 R.a 6,910,mOhm Ra Table,R al,Cell1 R.a 9,105,mOhm Ra Table,R al,Cell1 R.a 10,110,mOhm Ra Table,R_al,Cell1 R_a 11,115,mOhm Ra Table,R_al,Cell1 R_a 12,158,mOhm	
Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 6,93,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 8,101,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 9,105,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 10,110,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 11,115,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 12,158,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 13,298,mOhm	
Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 6,93,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 8,101,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 9,105,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 10,110,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 11,115,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 12,158,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 14,338,mOhm	
Ra Table,R a1,Cell1 R. a 6,93,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R. a 8,101,mOhm Ra Table,R.a1,Cell1 R.a 9,105,mOhm Ra Table,R.a1,Cell1 R.a 11,115,mOhm Ra Table,R.a1,Cell1 R.a 11,115,mOhm Ra Table,R.a1,Cell1 R.a 13,208,mOhm Ra Table,R.a1,Cell1 R.a 14,338,mOhm Ra Table,R.a2,Cell2 R.a 14,338,mOhm Ra Table,R.a2,Cell2 R.a 14,338,mOhm	
Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 6,93,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 8,101,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 9,105,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 10,110,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 11,115,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 12,218,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 13,298,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R_a 14,338,mOhm Ra Table,R_a2,Cell2 R_a 11ag,55,- Ra Table,R_a2,Cell2 R_a 0,167,mOhm	
Ra Table,R a1,Cell1 R. a 6,93,mOhm Ra Table,R_a1,Cell1 R.a 6,910,mOhm Ra Table,R.a1,Cell1 R.a 9,105,mOhm Ra Table,R.a1,Cell1 R.a 10,110,mOhm Ra Table,R.a1,Cell1 R.a 11,115,mOhm Ra Table,R.a1,Cell1 R.a 12,158,mOhm Ra Table,R.a1,Cell1 R.a 13,298,mOhm Ra Table,R.a1,Cell1 R.a 14,336,mOhm Ra Table,R.a2,Cell2 R.a 6,167,mOhm Ra Table,R.a2,Cell2 R.a 0,167,mOhm	
Ra Table, R al, Cell1 R a 6,93, mOhm Ra Table, R_al, Cell1 R a 8,101, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 9,105, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 10,110, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 11,115, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 12,158, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 14,336, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a flag, 55,- Ra Table, R a2, Cell2 R a 0,167, mOhm Ra Table, R a2, Cell2 R a 1,83, mOhm Ra Table, R a2, Cell2 R a 1,83, mOhm Ra Table, R a2, Cell2 R a 2,81, mOhm	
Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 6,93, mOhm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 8,101, mOhm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 9,105, mOhm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 10,110, mOhm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 11,115, mOhm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 12,218, mOhm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 14,338, mOhm Ra Table, R_a1, Cell2 R_a 1,838, mOhm Ra Table, R_a2, Cell2 R_a 0,167, mOhm Ra Table, R_a2, Cell2 R_a 1,83, mOhm Ra Table, R_a2, Cell2 R_a 2,81, mOhm Ra Table, R_a2, Cell2 R_a 3,83, mOhm Ra Table, R_a2, Cell2 R_a 3,83, mOhm	
Ra Table, R al,Cell1 R a 6,93,mOhm Ra Table, R al,Cell1 R a 6,101,mOhm Ra Table, R al,Cell1 R a 9,105,mOhm Ra Table, R al,Cell1 R a 10,110,mOhm Ra Table, R al,Cell1 R a 11,115,mOhm Ra Table, R al,Cell1 R a 12,158,mOhm Ra Table, R al,Cell1 R a 13,298,mOhm Ra Table, R al,Cell1 R a 14,338,mOhm Ra Table, R al,Cell2 R a 14,338,mOhm Ra Table, R al,Cell2 R a 1,35,- Ra Table, R al,Cell2 R a 1,338,mOhm Ra Table, R al,Cell2 R a 1,33,mOhm Ra Table, R al,Cell2 R a 3,80,mOhm Ra Table, R al,Cell2 R a 3,80,mOhm Ra Table, R al,Cell2 R a 3,80,mOhm Ra Table, R al,Cell2 R a 3,60,mOhm Ra Table, R al,Cell2 R a 4,104,mOhm	
Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 6,93, mOhm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 8,101, mOhm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 9,105, mOhm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 10,110, mOhm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 11,115, mOhm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 13,218, mOhm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 14,338, mOhm Ra Table, R_a2, Cell2 R_a 14,338, mOhm Ra Table, R_a2, Cell2 R_a 1,63, mOhm Ra Table, R_a2, Cell2 R_a 1,63, mOhm Ra Table, R_a2, Cell2 R_a 2,81, mOhm Ra Table, R_a2, Cell2 R_a 3,89, mOhm Ra Table, R_a2, Cell2 R_a 4,104, mOhm Ra Table, R_a2, Cell2 R_a 4,104, mOhm Ra Table, R_a2, Cell2 R_a 5,71, mOhm	
Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 6,93, mOhm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 8,101, mOhm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 9,105, mOhm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 10,110, mOhm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 11,115, mOhm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 12,158, mOhm Ra Table, R_a1, Cell1 R_a 13,298, mOhm Ra Table, R_a1, Cell2 R_a 14,338, mOhm Ra Table, R_a2, Cell2 R_a 0,167, mOhm Ra Table, R_a2, Cell2 R_a 1,83, mOhm Ra Table, R_a2, Cell2 R_a 3,83, mOhm Ra Table, R_a2, Cell2 R_a 3,83, mOhm Ra Table, R_a2, Cell2 R_a 4,104, mOhm Ra Table, R_a2, Cell2 R_a 5,71, mOhm Ra Table, R_a2, Cell2 R_a 5,71, mOhm Ra Table, R_a2, Cell2 R_a 6,88, mOhm	
Ra Table, R al, Cell1 R a 6,93, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 6,101, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 9,105, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 10,110, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 11,115, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 12,138, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 13,298, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 14,338, mOhm Ra Table, R a2, Cell2 R a 0,167, mOhm Ra Table, R a2, Cell2 R a 0,167, mOhm Ra Table, R a2, Cell2 R a 3,80, mOhm Ra Table, R a2, Cell2 R a 4,94, mOhm Ra Table, R a2, Cell2 R a 6,88, mOhm	
Ra Table, R al, Cell1 R a 6,93, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 8,101, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 9,105, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 10,110, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 11,115, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 12,158, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 13,298, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 14,338, mOhm Ra Table, R a2, Cell2 R a 14,338, mOhm Ra Table, R a2, Cell2 R a 1,83, mOhm Ra Table, R a2, Cell2 R a 1,83, mOhm Ra Table, R a2, Cell2 R a 3,89, mOhm Ra Table, R a2, Cell2 R a 4,104, mOhm Ra Table, R a2, Cell2 R a 5, 11, mOhm Ra Table, R a2, Cell2 R a 5, 12, mOhm Ra Table, R a2, Cell2 R R a 5, 12, mOhm Ra Table, R a2, Cell2 R R a 5, 88, mOhm Ra Table, R a2, Cell2 R R a 5, 88, mOhm Ra Table, R a2, Cell2 R R a 5, 88, mOhm Ra Table, R a2, Cell2 R R a 5, 88, mOhm	
Ra Table, R al, Cell1 R a 6,93, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 6,101, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 9,105, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 10,110, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 11,115, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 12,158, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 13,298, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 13,836, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 1,836, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 1,83, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 3,89, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 4,104, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 4,104, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 6, 86, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 6, 86, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 6, 93, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 6, 93, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 6, 93, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 6, 93, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 6, 93, mOhm	
Ra Table, R al, Cell1 R a 6,93, mOhm Ra Table, R_al, Cell1 R a 6,101, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 9,105, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 10,110, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 11,115, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 12,158, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 13,228, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 14,338, mOhm Ra Table, R a2, Cell2 R a 1,83, mOhm Ra Table, R a2, Cell2 R a 0,167, mOhm Ra Table, R a2, Cell2 R a 0,167, mOhm Ra Table, R a2, Cell2 R a 1,83, mOhm Ra Table, R a2, Cell2 R a 4,946, mOhm Ra Table, R a2, Cell2 R a 4,96, mOhm Ra Table, R a2, Cell2 R a 5,71, mOhm Ra Table, R a2, Cell2 R a 5,93, mOhm	
Ra Table, R al, Cell1 R a 6,93, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 8,101, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 9,105, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 10,110, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 11,115, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 12,158, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 12,158, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 14,338, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 14,338, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 1,83, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 3,89, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 4,104, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 4,104, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 5,51, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 5,93, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 8,93, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 1,85, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 1,80,90 mm Ra Table, R al, Cell2 R a 10,101, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 10,101, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 10,101, mOhm	
Ra Table, R al, Cell1 R a 6,93, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 6,101, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 9,105, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 10,110, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 11,115, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 12,158, mOhm Ra Table, R al, Cell1 R a 13,298, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 14,338, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 14,338, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 14,338, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 1,83, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 1,83, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 1,83, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 4,83, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 4,83, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 4,84, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 4,80, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 4,80, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 5,71, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 5,93, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 10,101, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 10,101, mOhm Ra Table, R al, Cell2 R a 12,146, mOhm	

图 5-13. Ra 更新

下面的 图 5-14 显示了 IT 和 IT-DZT 算法的比较。蓝色图和橙色图基于 BQ40Z50 IT 电量监测计和 BQ41Z50 IT-DZT 电量监测计,两者都处于动态负载下(如动态负载所示)。这些会与进行 ID 表征后获取的理想 Ra(称为 "预期 Ra")进行比较。





图 5-14. IT、IT-DZT 和 预期 Ra

从上面的结果可以看出,与标准 IT 算法相比,IT-DZT 算法在动态负载场景下能更准确地测量电阻,因为它在放电 周期内需要较长的稳定时间来更新 Ra 表。在电量监测计上进行的测试表明,负载有短暂的周期性波动,这是 Dynamic Z-Track™ 电量监测计的理想用例。

Impedance Track[™] 在恒流负载下具有很高的精确度。恒定负载下的 IT 电量监测计 (BQ40Z50) 与动态负载下的 BQ41Z50 进行了比较,如下面的 图 5-15 所示。请注意,IT-DZT 和 IT Gauging 之间的 R_a 值的差异小于 15%。















6 硬件设计文件

6.1 BQ41Z50EVM 电路模块原理图

本节包含有关修改 EVM 和使用参考设计各种功能的信息。

6.1.1 LED 控制

EVM 配置为支持三个 LED,从而提供电芯的充电状态信息。按下 LED DISPLAY 按钮,使 LED 点亮大约 5 秒钟。

备注 请注意,LED 是由外部 LDO 器件供电的。确保移除 LDO_EN 跳线 J9。LED 不再像 BQ40z50 系列器 件中那样采用查理复用技术连接在一起。EVM 需要外部 LDO 来为 LED 供电。

6.2 电路模块物理布局

本节包含 BQ41Z50 和 BQ296103 电路模块的印刷电路板 (PCB) 布局、装配图和原理图。

6.2.1 电路板布局

本节显示了 BQ41Z50 模块的尺寸、PCB 层和装配图。



图 6-1. 顶部丝网印刷层

English Document: SLUUD32 Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated





图 6-2. 底部丝网印刷层



图 6-3. 顶层装配图





图 6-4. 底层装配图



图 6-5. 顶层



图 6-6. 底层

6.2.2 原理图



备注

初始 EVM 版本中目前不提供预充电功能。因此未填充 R2。

6.3 物料清单

表 6-1. 物料清单

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选器件型号	备选制造商
!PCB	1		印刷电路板		BQ41Z50EVM	不限		
C1、C2、C3、 C4、C5、C6、 C7、C8、C9、 C11、C16、 C17、C18、 C19、C20、 C21、C22	17	0.1 µ F				AVX 互连/Elco		
C10	1	0.47µF	多层陶瓷电容器 MLCC - SMD/SMT 16V 0.47uF X7R 0603 10% Flex Soft			Kemet		
C12、C13、 C14、C15	4	1µF	多层陶瓷电容器 MLCC - SMD/SMT 25V 1uF X7R 0603 10%			Kemet		
D1	1	红色	LED,红色,SMD	LED_0805	150080RS75000	Wurth Elektronik		
D2	1	30V	二极管,肖特基,30V,0.2A, SOD-323	SOD-323	BAT54HT1G	ON Semiconductor		
J1、J8	2		端子块,3.5mm 间距,6x1,TH	20.5x8.2x6.5mm	ED555/6DS	On-Shore Technology		
J2、J9	2		接头,100mil 2x1,锡,TH	接头,2 引脚, 100mil,锡	PEC02SAAN	Sullins Connector Solutions		
J3	1			HDR4	22-05-3041	Molex		
J4	1		端子块,3.5mm 间距,7x1,TH	24x.5x8.2x6.5mm	ED555/7DS	On-Shore Technology		
J5、J6、J7	3		接头,2.54mm,3x1,金,TH	接头,2.54mm, 3x1,TH	61300311121	Wurth Elektronik		
LBL1	1		热转印打印标签,0.650"(宽)x 0.200"(高)- 10,000/卷	PCB 标签,0.650 x 0.200 英寸	THT-14-423-10	Brady		
LED1、LED2、 LED3	3		LED,绿色,SMD	1206	SML-LX1206GC-TR	Lumex		
Q1	1	-30V	MOSFET,P 沟道,-30V,-1.5A, SSOT-3	SSOT-3	FDN358P	Fairchild Semiconductor		无
Q2、Q3	2	30V	MOSFET,N 沟道,30V,40A, PG-TSDSON-8	PG-TSDSON-8	BSZ058N03LS G	Infineon Technologies		无
Q4	1	60V	MOSFET,N 沟道,60V,0.3A, SOT-23	SOT-23	2N7002K-T1-E3	Vishay-Siliconix		无
Q5	1		DMN2450UFB4-7R 转型 MOSFET N 沟道 20V 1A 3 引脚 DFN SMD T/R					

30 *具有 Dynamic Z-Track™ 的 BQ41Z50 2 节、3 节和 4 节串联锂离子电池包管理器评估模块*

表 6-1. 物料清单(续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选器件型号	备选制造商
Q6	1		MOSFET N 沟道 30V 6.3A SSOT-6			ON Semiconductor		
R1、R10、R11	3	10k	片式电阻器,10k Ω,±1%, 0.1W,-55℃ 至 155℃,0603(公 制 1608),RoHS,卷带包装			Panasonic		
R2	1	300	电阻器,300,5%,0.1W,0603	0603	RC0603JR-07300RL	Yageo		
R3、R4	2	40.2	电阻器,40.2,1%,1W,AEC- Q200 0 级,2512	2512	CRCW251240R2FKEG	Vishay-Dale		
R5、R6、R8	3	10M	10M 0.1W 1% 0603(公制 1608) SMD					
R7、R18、 R22、R23、 R24、R25、 R26	7	1k	SMD 片式电阻器,1k Ω,±1%, 100mW,0603(公制 1608),厚 膜,通用			Yageo		
R9	1	1M	SMD 片式电阻器,1M Ω,±1%, 100mW,0603(公制 1608),厚 膜,通用			Vishay Dale		
R12、R15、 R17、R20、 R28、R29、 R30、R31、 R32、R33、 R34、R35、 R36	13	100	片式电阻器,100 Ω ,±1%, 100mW,-55℃ 至 155℃,0603 (公制 1608),RoHS,卷带包装	0603		Vishay Semiconductor		
R13、R14、 R16	3	5.1k	电阻器,5.1KΩ,1%,1/3W,0603			KOA Speer		
R19	1	51k	电阻器,厚膜,0603,51k Ω, 1%,0.1W,±100ppm/℃,模制 SMD,穿孔载体,T/R			Panasonic		
R21	1	5.1	电阻器,5.1,5%,0.063W,0402	0402	CRCW04025R10JNED	Vishay-Dale		
R27	1		片式电阻器,0 Ω,±5%, 0.1W,-55°C 至 155°C,0603(公 制 1608),RoHS,卷带包装			Yageo		
R37	1	0.001	电阻器,0.001,1%,1W,AEC- Q200 0 级,1206	1206	CSNL1206FT1L00	Stackpole Electronics Inc		
RT1、RT2、 RT3、RT4	4	10k	热敏电阻 NTC,10.0k Ω ,1%,圆 盘式,5mm x 8.4mm	圆盘式,5mm x 8.4mm	103AT-2	SEMITEC Corporation		
S1、S2	2		开关,SPST-NO,Off-Mom, 0.02A,15VDC,SMD	4.9mm x 4.9mm	EVQ-PLHA15	Panasonic		

表 6-1. 物料清单(续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选器件型号	备选制造商
SH-J1、SH- J2、SH-J3、 SH-J4、SH-J5	5	1x2	分流器,100mil,镀金,黑色	分流器	SNT-100-BK-G	Samtec	969102-0000-DA	3M
TP1、TP2、 TP3、TP4、 TP5、TP6、 TP7、TP8、 TP9、TP11、 TP13、TP14、 TP15、TP16、 TP17、TP18、 TP20、TP21、 TP22、TP23、 TP24、TP25、 TP26、TP28、 TP29、TP30、 TP31、TP32、 TP33、TP35、 TP36、TP37、 TP38、TP39、 TP40、TP41	36		测试点,微型,黄色,TH	黄色微型测试点	5004	Keystone		
TP10	1		测试点,微型,红色,TH	红色微型测试点	5000	Keystone		
TP12、TP34、 TP43、TP44	4		测试点,微型,黑色,TH	黑色微型测试点	5001	Keystone		
TP27	1		测试点,微型,白色,TH	绿色微型测试点	5116	Keystone		
U1	1		具有 LDO 输出的 2-4 节电池过压保 护器,DSG0008A (WSON-8)	DSG0008A	BQ296103DSGR	德州仪器 (TI)	BQ296103DSGT	德州仪器 (TI)
U2、U3、U5、 U6	4		具有 10pF 电容、击穿电压为 6V、 采用 0402 封装的单通道 ESD, DPY0002A (X1SON-2)	DPY0002A		德州仪器 (TI)	TPD1E10B06DPYT	德州仪器 (TI)
U4	1		电池管理平台,WQFN32	WQFN32	BQ41Z50	德州仪器 (TI)		
U7	1		具有反向电流保护功能的 150mA、 30V、超低 IQ、宽输入范围低压降稳 压器,DBV0005A (SOT-23-5)	DBV0005A	TPS70933DBVR	德州仪器 (TI)	TPS70933DBVT	德州仪器 (TI)
F1	0		保险丝,30A,62VDC,SMD	9.5x2x5mm	SFK-3030	Dexerials Corporation		
FID1、FID2、 FID3	0		基准标记。没有需要购买或安装的元 件。	不适用	不适用	不适用		



7 其他信息

7.1 商标

Impedance Track[™] is a trademark of Texas Instruments. 所有商标均为其各自所有者的财产。

8 相关文档

- 德州仪器 (TI), BQ41Z50 采用 Dynamic Z-Track™ 技术的 2 节、3 节和 4 节串联锂离子电池包管理器数据表
- 德州仪器 (TI), BQ41Z50 技术参考手册
- 德州仪器 (TI), BQ296xxx 适用于 2 节、3 节和 4 节串联锂离子电池且具有稳压输出电源的过压保护器数据表
- 德州仪器 (TI), BQ41xxx 生产校准指南

9 修订历史记录

注:以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision * (June 2024) to Revision A (April 2025)					
• 添加了 EV2500	1				
• 添加了 Chem Updater 软件参考链接	3				
• 更新了使用 EV2500 的电路模块图和使用 J4 端子块连接的电芯连接图	3				
• 更新了注释	3				
• 添加了节 2.3.1-节 2.3.1.5	5				
• 添加了校准方法注释	9				
• 更新了图 4-5					
• 添加了"准确的 Qmax 测量至关重要…"这一句					
• 更新了图 5-10					

重要通知和免责声明

TI"按原样"提供技术和可靠性数据(包括数据表)、设计资源(包括参考设计)、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源, 不保证没有瑕疵且不做出任何明示或暗示的担保,包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担 保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任:(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品,(2) 设计、验 证并测试您的应用,(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更,恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。 严禁以其他方式对这些资源进行 复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索 赔、损害、成本、损失和债务,TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 TI 的销售条款或 ti.com 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址:Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265 版权所有 © 2025,德州仪器 (TI) 公司