应用指南
ANC202306003



SGM41566
线性可调充电器充电解决方案

作者：田怀山、成红玉、徐林

圣邦微电子（北京）股份有限公司

2023 年 6 月 21 日

商标

SGMICRO 是圣邦微电子（北京）股份有限公司的商标。本文档中的所有商标均为其各自所有者的财产。

© 2023 圣邦微电子（北京）股份有限公司 版权所有。
未经 SGMICRO 事先书面许可，任何单位或个人不得摘抄、复制或改编本文档的部分或全部内容。
欲了解更多关于 SGMICRO 的信息，请访问网站 www.sg-micro.com。

摘要

如今便携式电子产品市场发展迅速，消费者对电池充电器的要求也逐渐严苛。这就需要设计工程师寻找解决方案以最大限度地利用电池容量，改善电池寿命，简化充电操作等。在设计可靠的电池充电系统时，了解电池的充电特性以及应用需求是至关重要的。本应用指南主要以 SGM41566 为例介绍线性可调充电器芯片的典型应用电路设计，以及电池充电过程中本器件的几项特殊功能，以便于用户灵活设计应用。

目录

1 产品概述 2
2 电路设计 2
2.1 充电输入 2
2.2 温度监控和使能输入 2
2.3 充电输出 3
3 充电循环 3
3.1 充电过程 3
3.2 预充电（Pre-Charge） 3
3.3 恒流充电（CC Charge） 3
3.4 恒压充电（CV Charge） 4
3.5 回退保持（Fold-Back Retaining） 4
3.6 激活充电（Active Charge） 4
3.7 充电流程 4
4 充电波形 6
5 结论 6
6 参考资料 6

1 产品概述

电池充电芯片是负责充电管理的关键部件之一。充电器芯片的主要功能是监测和控制电池的充电状态，在电池电量不足时提供合适的电流和电压进行充电，在充满时停止充电，防止过充过放。电池充电器芯片除了具有充电管理功能外，还可以提供过压保护、过流保护、过热保护等安全保障功能，确保充电的安全可靠。因此，电池充电器芯片被广泛应用于移动电源、智能可穿戴设备、汽车电子、消费电子等领域。本应用指南主要介绍 SGMICRO 的 SGM41566 线性充电解决方案。

SGM41566 是一款具有输入条件检查功能的恒压恒流型充电芯片，支持无线充、太阳能电池、PFC 馒头波电源等较弱能力的松耦合电源充电，具备在复杂环境中充电的能力，易用且便捷。该芯片具有输入钳位、输出钳位、温度调节、NTC 控温保护、浮充保护等功能，非常适合低容量可充电电池供电的应用。

SGM41566 具有完整的预充电、恒流充电、恒压充电流程，各阶段充电电流均可选择。恒流充电电流 I_{CHG} 在 50mA 至 750mA 范围内 50mA 步进可选；预充电电流和满充截止电流在（5% × I_{CHG}）至（25% × I_{CHG}）范围内（5% × I_{CHG}）步进可选，且具有无预充功能（No pre-charge）选项来满足部分电池低压阶段的大电流充电需求。满充电压在 3.5V 至 4.8V 范围内 25mV 步进可选，可方便的适用于磷酸铁锂电池、锰锌电池、锂离子电池、3 节/4 节镍氢电池的电子设备。

2 电路设计

图 1 展示了 SGM41566 的典型应用电路。

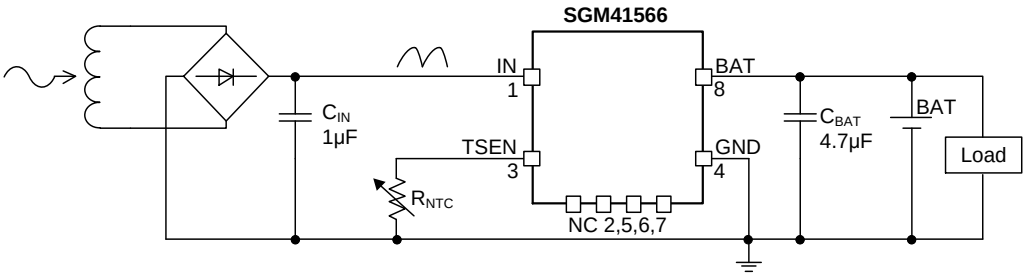

图 1 SGM41566 典型应用电路

2.1 充电输入

IN 为充电电源输入引脚，为设备供电并馈送到充电输出。推荐使用有效电容在 0.1μF ~ 12μF 之间的电容。为了解耦，应将其靠近该引脚处放置。

2.2 温度监控和使能输入

TSEN 为温度监控和使能输入引脚。一个接地的 NTC 热敏电阻连接到 TSEN 引脚用于温度检测。只有温度在合适的范围内才允许充电。

检查该引脚的外部连接，一旦电源输入电压在有效范围内，芯片输出 38.6μA 电流。如果引脚电压小于 V_{ENL}（102mV），则视为接地，同时当输出电流减小到 25.5μA 时，充电功能被关闭。如果引脚电压高于 V_{ENH}（2.68V），则开启充电功能。

当连接 NTC 热敏电阻，引脚电压在 V_{ENL} 和 V_{ENH} 之间时，根据电阻阻值变化可以判断电池温度，

从而实现安全充电。在这种情况下，只有当引脚电压在热阈值电阻相关电压 V_{HOT} 到冷阈值相关电压 V_{COLD} 的范围内时，才允许充电。若阻值变化使引脚电压在 V_{COLD} 和 V_{ENH} 之间时，则认为处于过冷状态或 NTC 连接断开，停止充电。若阻值变化使引脚电压在 V_{HOT} 和 V_{ENL} 之间时，则认为处于过热状态，充电功能失效。

2.3 充电输出

BAT 引脚输出到电池和/或系统负载，为电池充电和/或供电给系统负载。推荐使用有效电容在 1μF ~ 12μF 范围内的输出电容。当引脚电压略高于充电电压时，漏电约 4μA；当引脚电压高于输出钳位电压（104% × V_{CHG}）时，主动放电约 1.5mA，实现过压保护。

3 充电循环

SGM41566 是一款非常先进的线性电池充电器芯片。SGM41566 各充电阶段的充电电流均可方便选择，因此具有很大的设计灵活性。

3.1 充电过程

图 2 展示了本芯片不带激活充电功能的充电曲线。

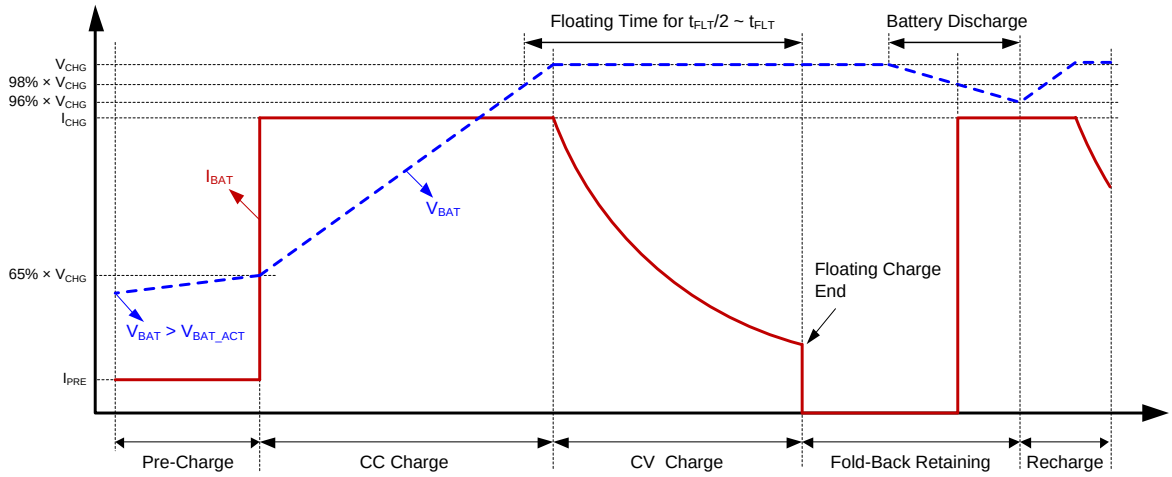

图 2 非时间缩放说明性充电曲线（不带激活充电功能）

3.2 预充电（Pre-Charge）

预充电（Pre-Charge）用来先对完全放电的电池单元进行预充（恢复性充电）。在电池电压 V_{BAT} 低于预充电阈值（65% × V_{CHG}）左右时采用预充电。预充电电流 I_{PRE} 约为恒流充电电流 I_{CHG} 的 5% 到 25%步进可选。

预充电安全时间

为避免进一步损坏电池或系统负载，如果 BAT 引脚电压低于（65% × V_{CHG}）超过 t_{SAFE}（94 分钟），将停止充电。对于 50Hz 整流输入电压波形，当输入电压低于 V_{UVLOf} 时，SGM41566 没有此保护功能。“无预充电”选项的芯片不支持此保护功能。

3.3 恒流充电（CC Charge）

当电池电压 V_{BAT} 上升到预充电阈值（65% × V_{CHG}）以上时，提高充电电流进行恒流充电。电池

电压随着恒流充电过程逐步升高。

3.4 恒压充电（CV Charge）

当电池电压上升到 V_{CHG} 时，恒流充电结束，开始恒压充电阶段。电流根据电芯的饱和程度，随着充电过程的继续，充电电流由最大值慢慢减少。本芯片具有浮充（Floating Charge）超时保护功能，当系统负载电流大于满充截止电流时，并且电池电压高于浮充电压超过 t_{FLT} 时，芯片将停止充电，进入充电结束回退保持状态。当系统负载电流小于满充截止电流时，仍维持 $t_{FLT}/2$ 的浮充时间，来确保电池可以被充满。

3.5 回退保持（Fold-Back Retaining）

回退保持，即在电池充满后的安全电压回退功能。当确认充电结束时，它将输出降低到安全电压 V_{FCHG}（即 98% × V_{CHG}），同时将电流限制保持在正常充电的水平，并保留对负载系统的功率。该设计避免了在充电电源一直连接的情况下频繁放电和充电循环，对延长长期挂载设备的电池寿命有极大的帮助。

3.6 激活充电（Active Charge）

除上述预充电、恒流充电、恒压充电、回退保持阶段外，SGM41566 还具有特殊设计的深度放电电池激活充电功能。当电池电压低于深度放电激活检测门限 V_{BAT_ACT} 时，SGM41566 会以恒流充电电流 I_{CHG} 给电池充电 12.5ms，以快速激活电池，此后会自动进入预充电阶段。带激活充电功能的充电曲线如图 3 所示。

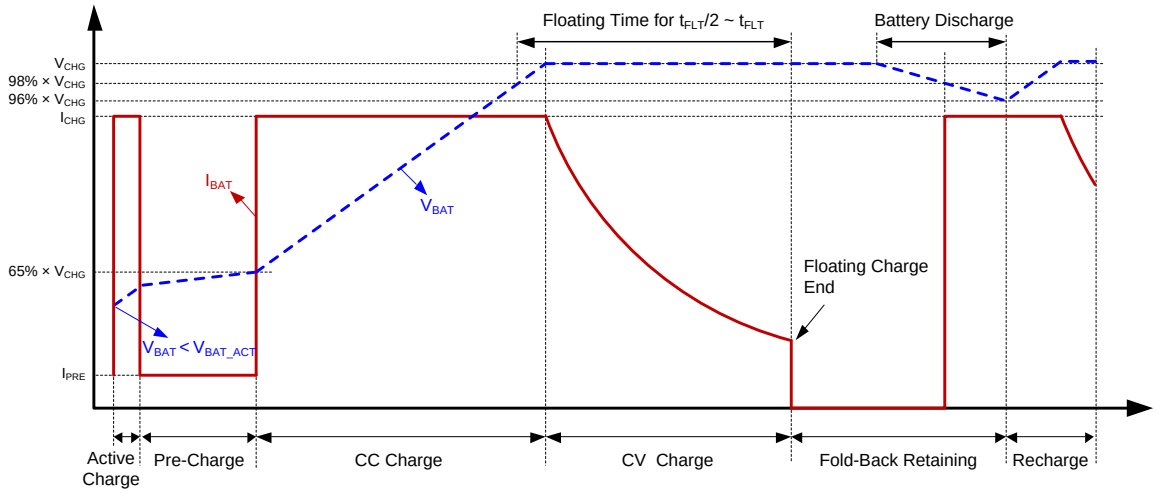

图 3 非时间缩放说明性充电曲线（带激活充电功能）

3.7 充电流程

图 4 描述了该芯片从充电起始到完成，再到自动充电的整个流程算法。

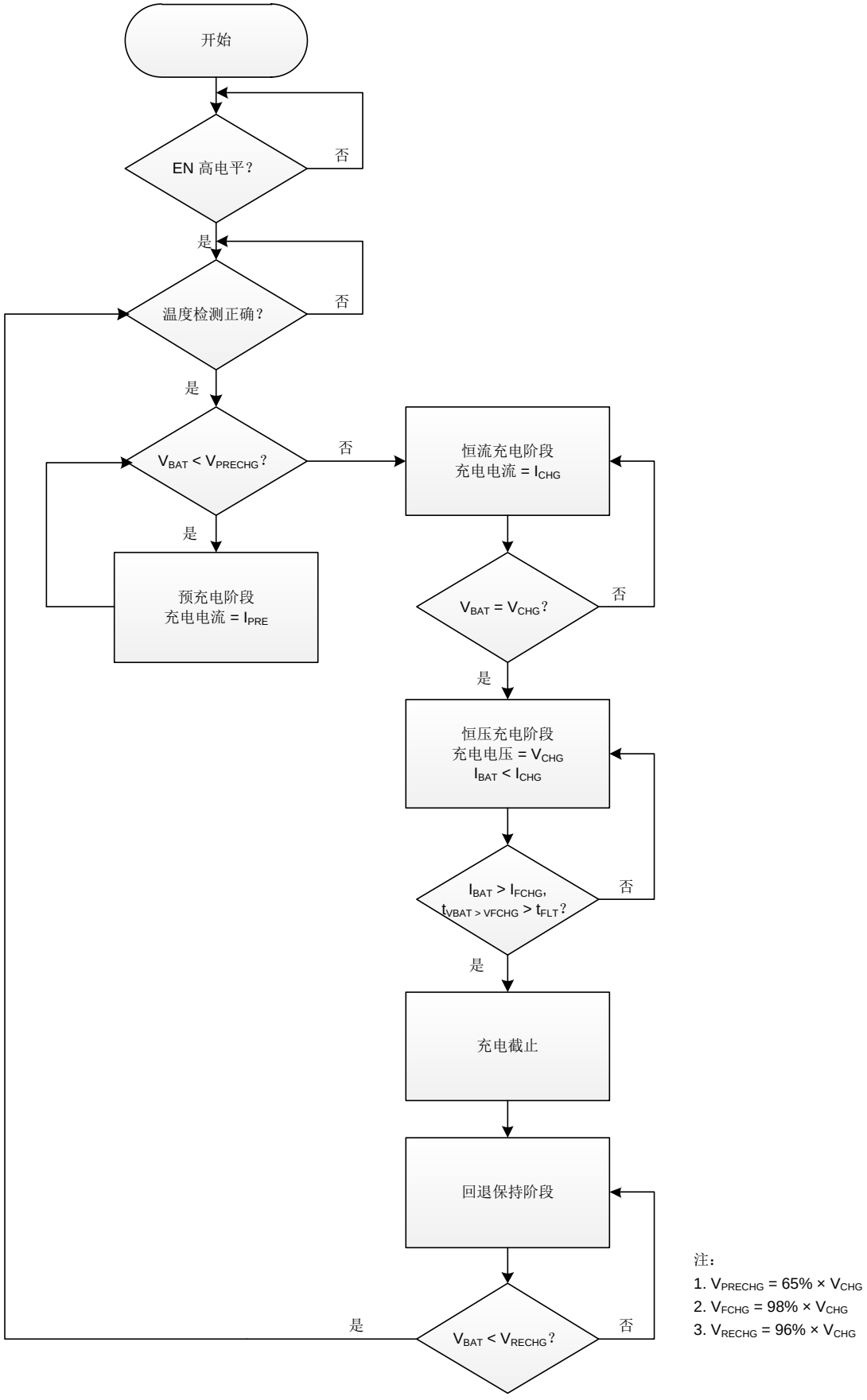
开始
EN 高电平?
否
是
温度检测正确?
否
是
VBAT < VPRECHG?
否
是
预充电阶段
充电电流 = IPRE
恒流充电阶段
充电电流 = ICHG
VBAT = VCHG?
否
是
恒压充电阶段
充电电压 = VCHG
IBAT < ICHG
IBAT > IFCHG,
tVBAT > VFCHG > tFLT?
否
是
充电截止
回退保持阶段
VBAT < VRECHG?
否
是
注：
1. VPRECHG = 65% × VCHG
2. VFCHG = 98% × VCHG
3. VRECHG = 96% × VCHG

图 4 充电流程图

4 充电波形

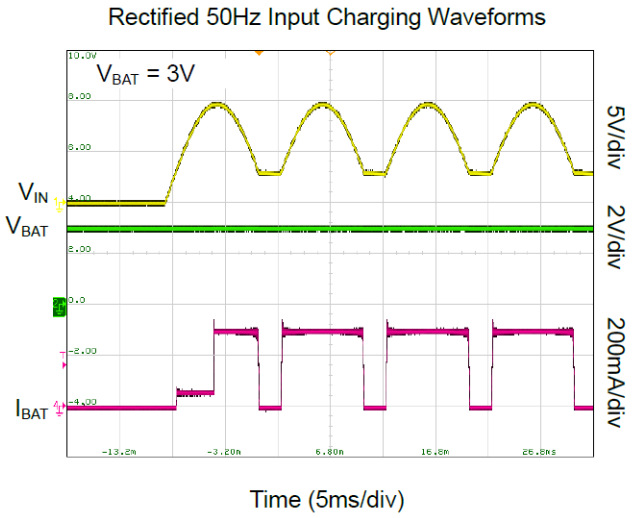

图 5 SGM41566 馒头波充电波形

图 5 描述了在 V_{IN} = 5V，V_{TSEN} = 0.4V，T_J = +25℃，V_{BAT} = 3V 条件下，采用 SGM41566 应用电路（见图 1）进行馒头波充电的波形。输入的交流电经过全桥整流电路之后变为馒头波（50Hz，V_{IN}）。由图 5 可见，输出电流（I_{BAT}）与输入充电电压（V_{IN}）同相位，这就有效提高了电路的功率因素。因此，系统设计者可采用 SGM41566 实现 PFC 馒头波电源充电。

5 结论

SGM41566 线性充电器，以体积小、外围电路简单、成本低廉及无开关噪声等优点，在众多对 PCB 布板面积要求较高、充电电流相对较小的便携式电子设备中大量使用。其便捷易用的特性可以缩短从设计到投入市场的时间。

为了在便携式电子产品中使用最新的电池技术，更好的设计合适可靠的电池充电系统，您需了解电池的充电特性以及应用要求。本应用指南介绍了一款独立的线性可调充电器的充电解决方案。开发任何电池充电系统时，用户可根据自身需求进行参考应用于设计。

6 参考资料

[1] SG Micro Corp. SGM41566 Datasheet [EB/OL]. (2022-10). https://www.sg-micro.com/uploads/soft/20221124/1669267248.pdf.

[2] Scott Dearborn. Power Management in Portable Applications: Charging Lithium-Ion/Lithium-Polymer Batteries [EB/OL]. https://ww1.microchip.com/downloads/en/Appnotes/00947a.pdf.

[3] 解析锂电池的充电的整个过程 [EB/OL]. (2019-07). https://www.sohu.com/a/329536811_754529.

修订记录

注意:历史版本的页码可能与当前版本的页码不同。

日期	版本	描述
2023-06-21	REV.A	首次发布

重要声明

本文档中如涉及本公司具体产品型号，SGMICRO 保留其更改电路设计、产品规格和产品描述的权利，恕不另行通知。本文档内容仅供参考。本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何承诺。对于本文档中可能出现的错误，以及因本文档提供的信息和使用本文档而造成的任何附带或间接损失，本公司不作任何明示或暗示的陈述和保证。

此文档未授予任何知识产权许可。除了 SGMICRO 在其产品的销售条款和条件中声明的责任外，本公司概不承担任何其他责任。

www.sg-micro.com

联系方式

圣邦微电子(北京)股份有限公司

地址：北京市海淀区西三环北路 87 号国际财经中心 D 座 11 层

邮编：100089

电话：010-88825716/17

深圳办事处

地址：深圳市南山区科技园高新南六道 6 号迈科龙大厦 15 层

邮编：518063

电话：0755-26715323

上海办事处

地址：上海市徐汇区漕溪北路 88 号圣爱大厦 1706 室

邮编：200030

电话：021-64396434