

动力电池充电器应用须知(双 OPA 架构)

文件编码: AN0497S

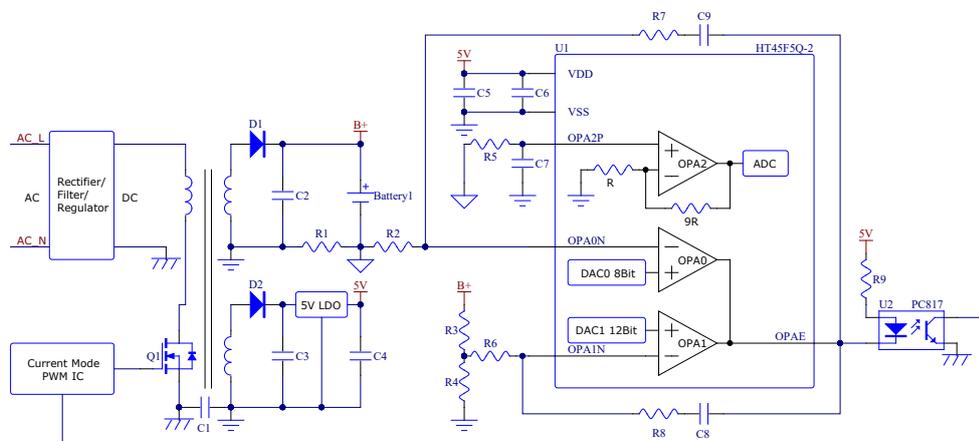
简介

电池充电器泛指将交流电转换成低压直流电,对电池进行充电管理的设备,充电器在各个领域用途广泛,依应用类型不同,可区分为数码充电器及动力电池充电器。在传统充电器应用中,因缺少 MCU 做充电管理,无法对电池充电曲线精准控制,容易造成电池过充或没充饱等情况,影响电池使用寿命。

HOLTEK 针对动力电池充电器领域推出 ASSP MCU HT45F5Q-2,除了解决传统充电曲线控制不佳外,内置电池充电模块(Battery Charge Module),能精准控制充电电压及电流,并取代传统电路需外置 OPA 及 TL431 等元件。配合充电器生产治具,能将充电电压及电流校正参数写入至内置 EEPROM,省去传统人工校正,提高生产效率,校正详情请参阅动力型充电器校正治具应用须知。以下以 HT45F5Q-2 为例,针对动力型充电器应用架构及 HOLTEK MCU 优势进行说明。

功能说明

HT45F5Q-2 Battery Charge Module (双 OPA 架构),内含三组 OPA(OPA0~2)、一组 8-bit DAC(DAC0)及一组 12-bit DAC(DAC1),其中漏极开路(open drain) OPA0~1 和 DAC0~1 用于 CV 与 CC 信号控制,OPA 输出可直推光耦合器,使一次侧 PWM IC 能进行输出功率调整(如下图)。而内置 10 倍信号放大 OPA(OPA2)用于放大充电电流信号,提升电流分辨率并降低检测电阻功率。以下依序说明恒压模式、恒流模式、10 倍信号放大和提升恒压及恒流分辨率方法的工作原理。



HT45F5Q-2 Battery Charge Module

工作原理

恒压模式(CV Mode)

恒压充电是无论电池内阻如何变化，皆以固定电压充电。其原理为充电电压(B+)经由电阻分压 R3 和 R4 分压，由 OPA1N 传至 OPA1 负端。通过 OPA1 输出 OPAAE 把 OPA1N 和 DAC1 误差放大，并经由光耦合器传送到 PWM IC。若 OPA1N 电压低于 DAC1 电压则 PWM IC 增加 PWM 占空比，反之则减少 PWM 占空比，如 OPA1N 电压等于 DAC1，则 PWM 占空比不变。

例：如欲设计充电器 CV 为 55V，因 DAC1 预设 2048，输出为 2.5V(V_{DD} 为 5V)，故可将 R3 和 R4 设计为 82K 和 3.9K，使 R3 和 R4 分压点落在 2.5V($2048 \div 4096 \times 5V = 2.5V$)，如此可在 B+测得 55V 输出。

注：编辑 DAC1 时需连续且依序编辑 DA1L 和 DA1H，DAC1 才可被编辑完成。

恒流模式(CC Mode)

恒流充电代表无论电池内阻如何变化，皆以固定电流充电。其原理为充电电流经检测电阻 R1 产生电压($V=I \times R$)，由 OPA0N 传至 OPA0 负端。通过 OPA0 输出 OPAAE 把 OPA0N 和 DAC0 误差放大，并经由光耦合器传送到 PWM IC。若 OPA0N 电压低于 DAC0 电压则 PWM IC 增加 PWM 占空比，反之则减少 PWM 占空比，如 OPA0N 电压等于 DAC0，则 PWM 占空比不变。

例：若充电器电流检测电阻为 0.1 Ω 且 V_{DD} 为 5V，如欲设计充电器 CC 为 2A(回授电压为 0.1 $\Omega \times 2A = 0.2V$)，则可设 DAC0 为 10($0.2V \times 256 \div 5V = 10$)，如此充电器最大输出电流即 2A。

注：DAC0 预设 64，若电流检测电阻为 0.1 Ω ，则 CC 为 12.5A($64 \div 256 \times 5V \div 0.1 \Omega = 12.5A$)，故请在充电器开关开启前优先编辑 DAC0，避免充电器过流导致电池损毁。

10 倍放大 OPA2 电路

OPA2 可将电流信号放大 10 倍，降低电流检测电阻功耗。OPA2 的失调电压可通过寄存器 OPVOS 校准，由 $\pm 15mV$ 降至 $\pm 2mV$ ，OPA2 校准方式如下：

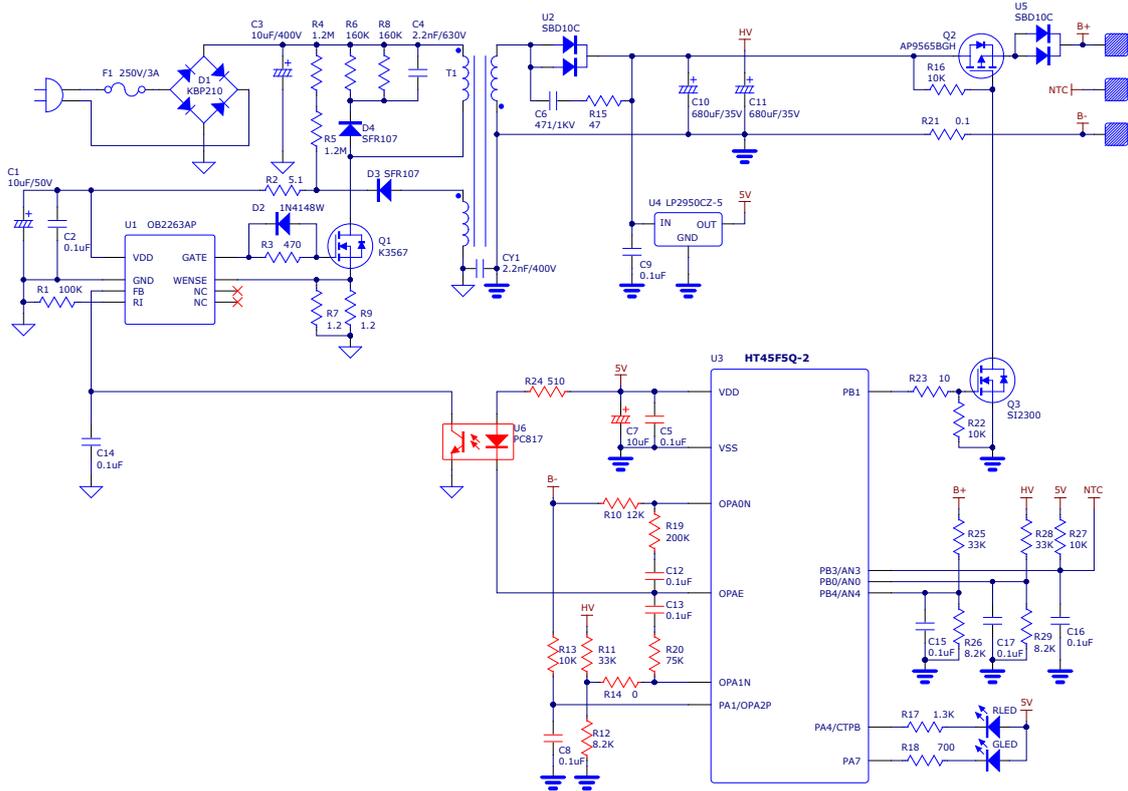
1. 设 OOFM 为 1：选择 Offset Calibration Mode。
2. 调整 OOF [5:0]由低到高：直到 OPO 状态改变，此值为校正值 VOS1。
3. 调整 OOF [5:0]由高到低：直到 OPO 状态改变，此值为校正值 VOS2。
4. 调整 OOF [5:0]值为 $VOS = (VOS1 + VOS2) / 2$ 。
5. 设 OOFM 为 0：选择 Normal Mode 完成校正。

提升恒压及恒流分辨率方法

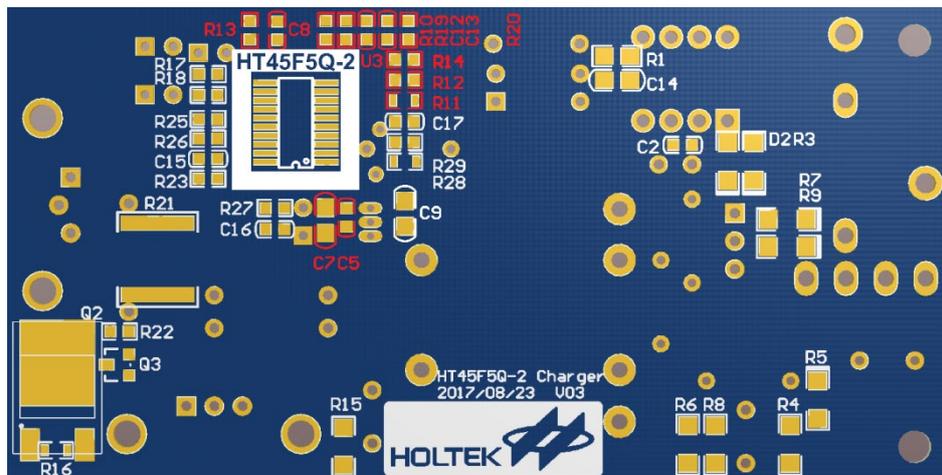
OPA0 和 OPA1 正端信号除了从内部 DAC 输入外，亦可通过 OPA0P 和 OPA1P 输入。若用户对于分辨率要求较高者，可通过此引脚以电阻分压方式设定默认值，通过改变 DAC 调整 OPA0N 或 OPA1N 电压，达到提高电压和电流分辨率的效果。

PCB Layout Guidelines

充电器的 CV 和 CC 控制，是通过 Battery Charge Module 对电压和电流信号回授而实现的，因此该模块外围元件的 PCB Layout 对于充电器来说就极为重要，若 PCB Layout 不佳，容易出现 CV 和 CC 不稳以及噪声的问题，需注意的是光耦合器和 Battery Charge Module 的外置元件(红色零件)与 MCU 的距离。下图为 HT45F5Q-2 三串锂电池充电器的原理图与 PCB Layout，为了回授优化，二次侧元件(大功率除外)全数都在 MCU 周围。



HT45F5Q-2 三串锂电池充电器原理图



HT45F5Q-2 三串锂电池充电器 PCB Layout

结论

Charger ASSP MCU HT45F5Q-2 为高集成充电器 MCU，能通过光耦合器与 PWM IC 快速回授达到 CV 或 CC 效果。内建纯硬件回授不受软件干扰，提升产品安全性。支持 UART 通讯功能，可与电池通讯提高安全性，并使产品应用更加多元。MCU 提供 20NSOP 封装，符合工业规格(-40°C~85°C)与高抗噪声特性，非常适合智能型多功能充电器相关应用。

参考资料

1. 参考文件 HT45F5Q-2 Datasheet。
 2. 充电器校正治具应用范例(AN0516S)
- 如需进一步了解，敬请浏览 Holtek 官方网站 <http://www.holtek.com.cn/>。

版本及修改信息

Date 日期	Author 作者	Issue 发行、修订说明
2018.05.21	李昱纬(Tooker Lee)	V1.00。
2019.03.26	王骏维	V1.10。更新参考资料内容。

免责声明

本网页所载的所有数据、商标、图片、链接及其他数据等 (以下简称「数据」)，只供参考之用，盛群半导体股份有限公司 (以下简称「本公司」) 将会随时更改数据，并由本公司决定而不作另行通知。虽然本公司已尽力确保本网页的数据准确性，但本公司并不保证该等数据均为准确无误。本公司不会对任何错误或遗漏承担责任。

本公司不会对任何人士使用本网页而引致任何损害 (包括但不限于计算机病毒、系统固障、数据损失) 承担任何赔偿。本网页可能会连结至其他机构所提供的网页，但这些网页并不是由本公司所控制。本公司不对这些网页所显示的内容作出任何保证或承担任何责任。

责任限制

在任何情况下，本公司并不须就任何人由于直接或间接进入或使用本网站，并就此内容上或任何产品、信息或服务，而招致的任何损失或损害负任何责任。

管辖法律

本免责声明受中华民国法律约束，并接受中华民国法院的管辖。

免责声明更新

本公司保留随时更新本免责声明的权利，任何更改于本网站发布时，立即生效。