



C10L08 BAT

便携式产品中的电池管理策略



课程目标

- 完成课程后，你将了解到：
 - 不同化学电池的基本原理和如何在便携式设计中进行应用
 - 针对应用选择合理的电池管理
 - 便携式电源的新趋势以及选择拓扑结构的关键因素

课程安排

- 介绍
- 电池基础和化学特性
- 常用化学电池的充电算法
- 设计电池充电管理系统
- 便携式电源的新趋势
- 总结

介绍



图像来源：制造商

电池基础和化学特性

电池基础

- 理论电压 (E^0)

- 现行材料类型

阳极（氧化极）+ 阴极（还原极）= E^0 或电压 (V)

- 理论容量（库仑）

- 现行材料数量

安-时 (Ah)

- 理论能量

瓦时 (Wh) = 电压 (V) x 安-时 (Ah)

标定能量（瓦时/克）

电池基础

- “C” 速率

- $I = M \times C_n$

其中:

I = 放电电流 (A)

C = 额定容量的数值 (Ah)

n = 时间, 以小时来声明C的时间

M = C的倍数或者分数

- 示例

- 1.7Ah锂离子电池

- **1C速率 = 1.7A**

- **0.1C或者C/10 速率 = 170 mA**

电池化学特性

一次性电池（原电池）

锌-空气电池

碳锌电池

水银电池

锂电池

碱性电池

二次电池（蓄电池）

镍镉电池

镍氢电池

锂离子

铅酸电池

可充电式碱性
电池

电池化学特性比较

化学特性	能量密度/重量 (W-hr/Kg)	能量密度/容积 (W-hr/L)	工作电压 (V)	开路电压 (V)	终止电压 (V)	充电电压 (V)
碱性电池	145	400	1.2	1.6	0.9	NA
铅酸	30-50	50-80	2.0	2.25	1.75	2.8
镍镉	40-80	100-150	1.2	1.3	0.9	1.6
镍氢	60-120	160-230	1.2	1.3	0.9	1.5
锂离子	110-160	210-320	3.6	4.2	2.8	4.2

电池化学特性比较

化学特性	每月自放电 (%)	内部电阻 (mΩ)	充电/放电循环	充放电率 (mA-h)	工作温度 (°C)	初始成本
碱性电池	0.3	100-300	1	0.25C	-20 ~ +55	非常低
铅酸	2-8	2.5-25	300	<15C	-20 ~ +50	低
镍镉	15-20	3.5-300	1500	<10C	-40 ~ +60	低
镍氢	20-25	10-400	500	<3C	-20 ~ +60	中
锂离子	6-10	150-250	1000	<2C	-20 ~ +60	高

便携式可充电化学电池比较

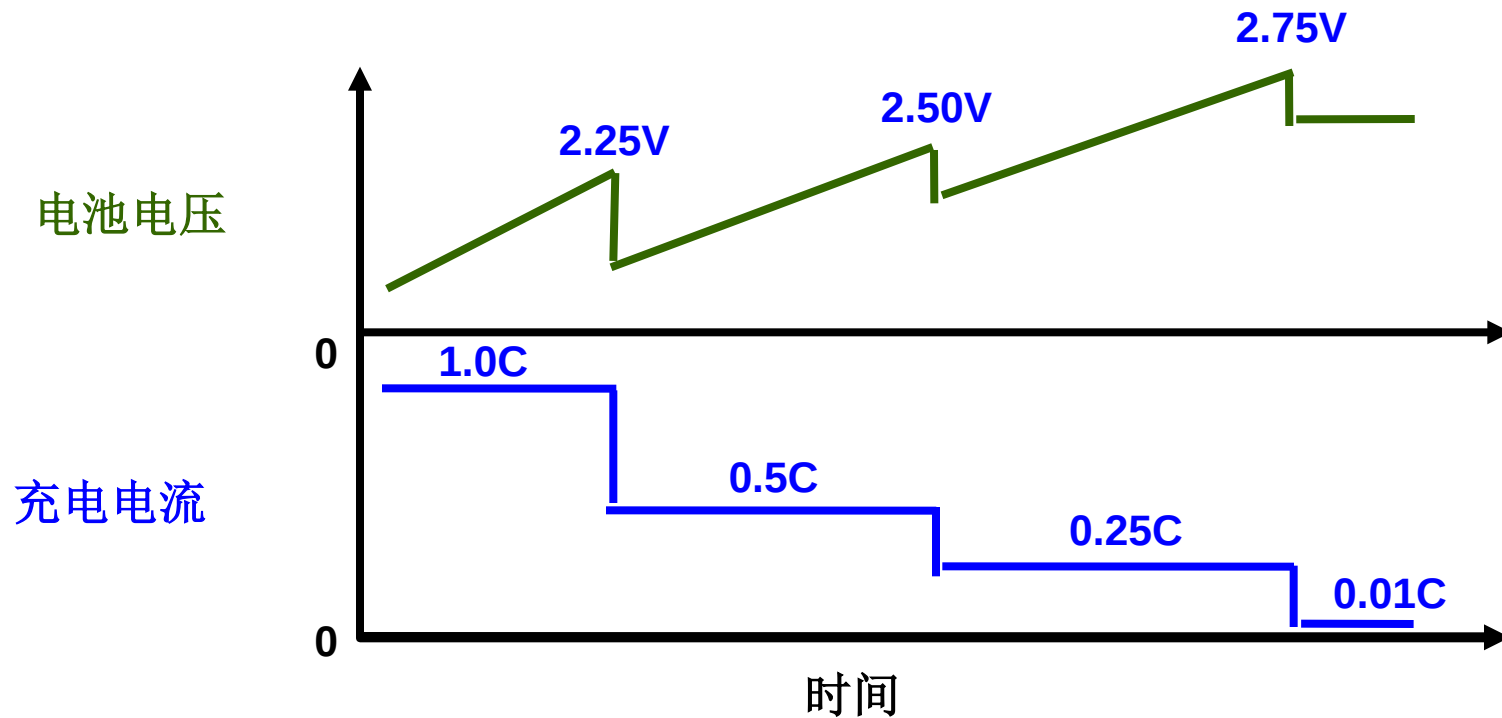
电池	优点	缺点
镍镉	长周期寿命	能量密度相对较低
	卓越的负载性能	环境不友好
	价格经济实惠	如果不合理运用， 会有容量“记忆”
镍氢	比镍镉高30-40%的容量	有限的周期寿命
	不易于导致容量“记忆”	有限的负载性能
	环境友好	高自放电
锂离子	高能量密度	需要保护电路
	自放电相对较低	即使不用， 也会老化
	低维护——不会产生容量“记忆”	原始成本高

常用化学电池的充电算法

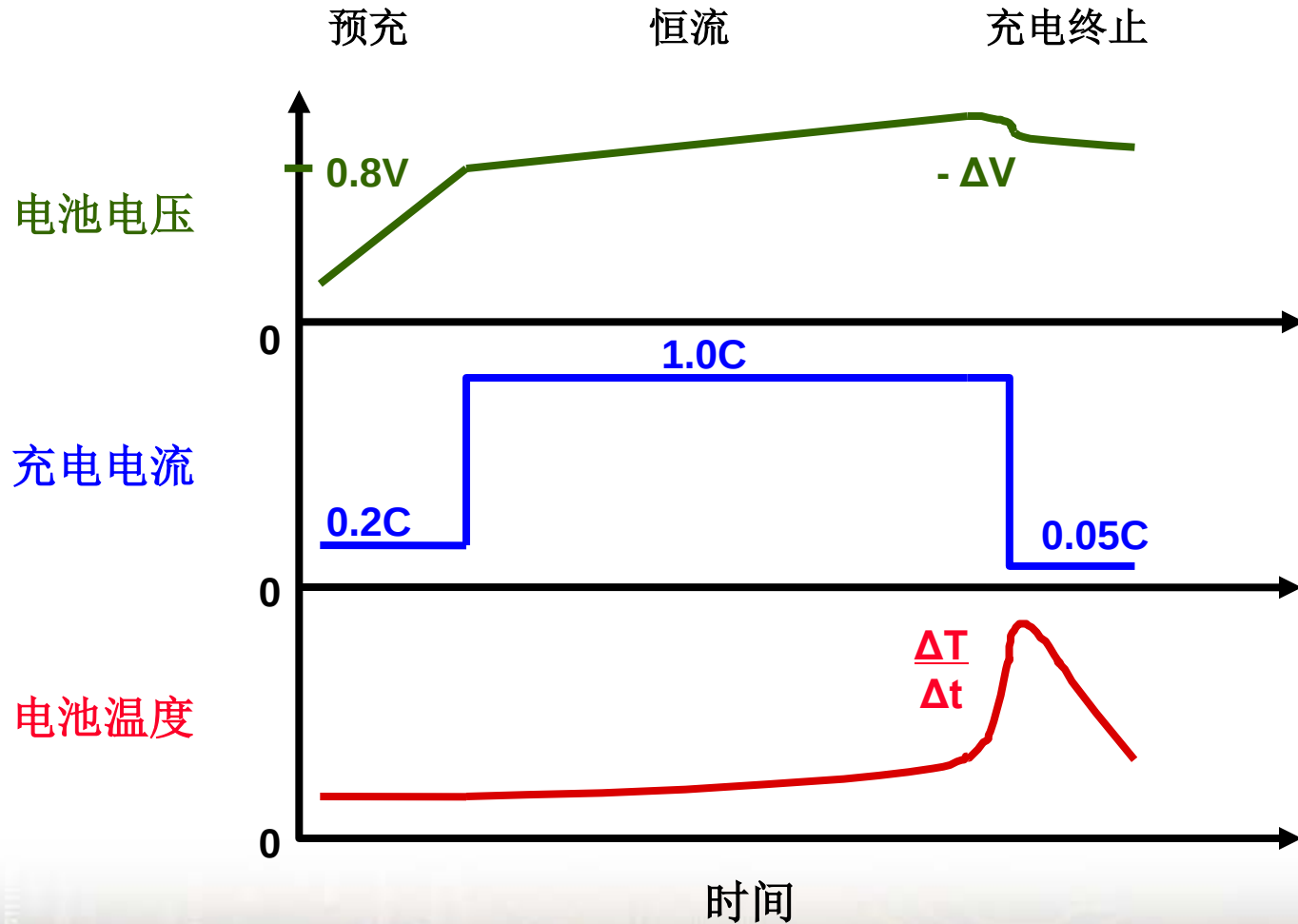
电池充电

- 第一个问你自己的问题：
 - 什么算法适合我所使用的电池？
 - 充电算法影响电池的寿命、可靠性和安全性
 - 不同厂家电池的充电参数会有所不同

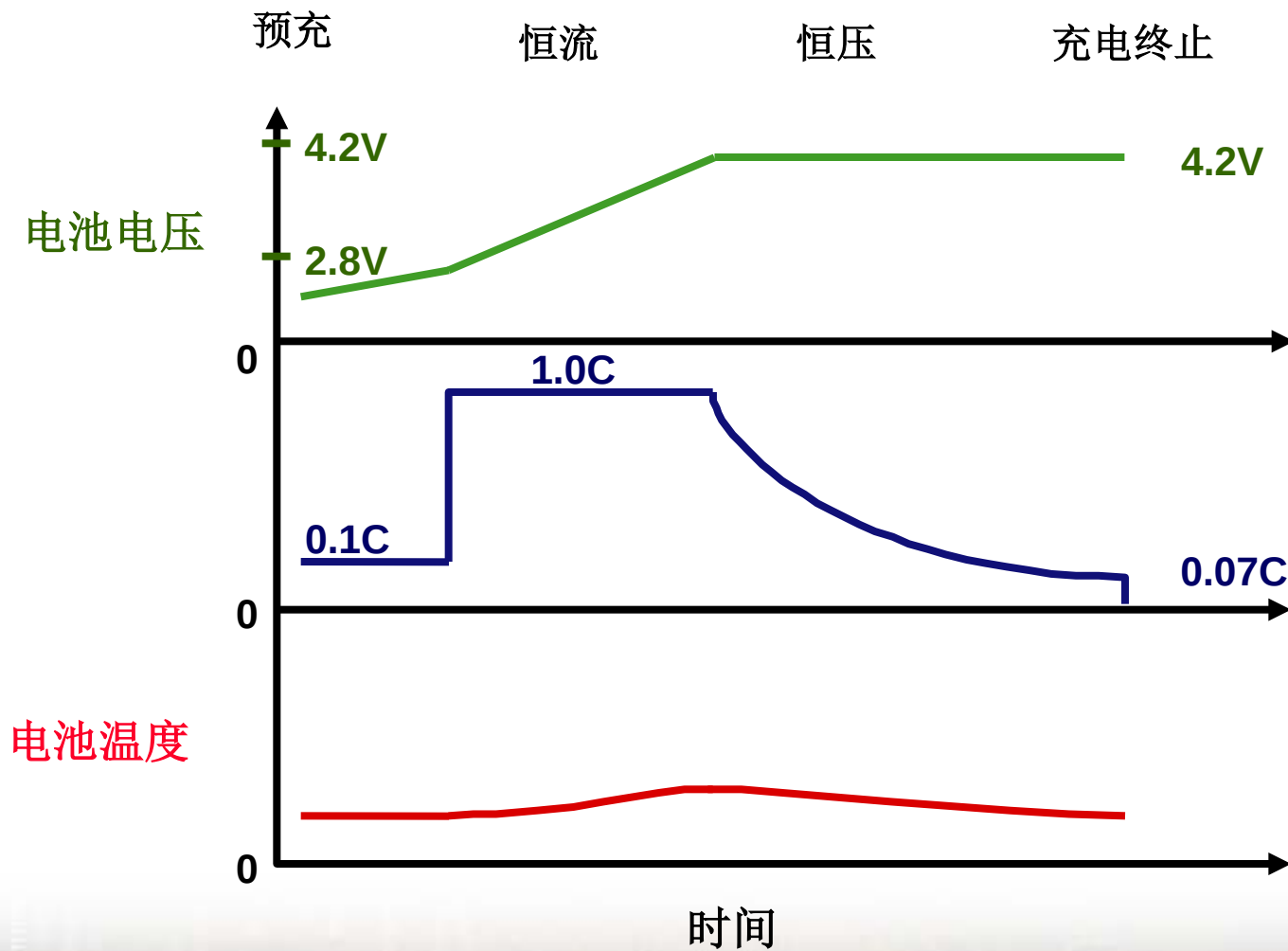
SLA（铅酸）充电算法



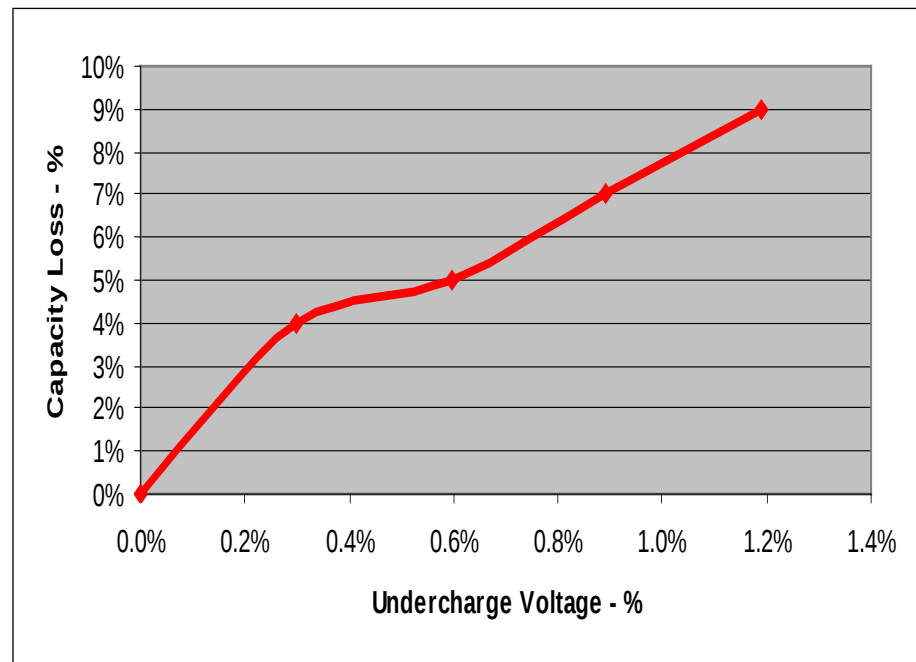
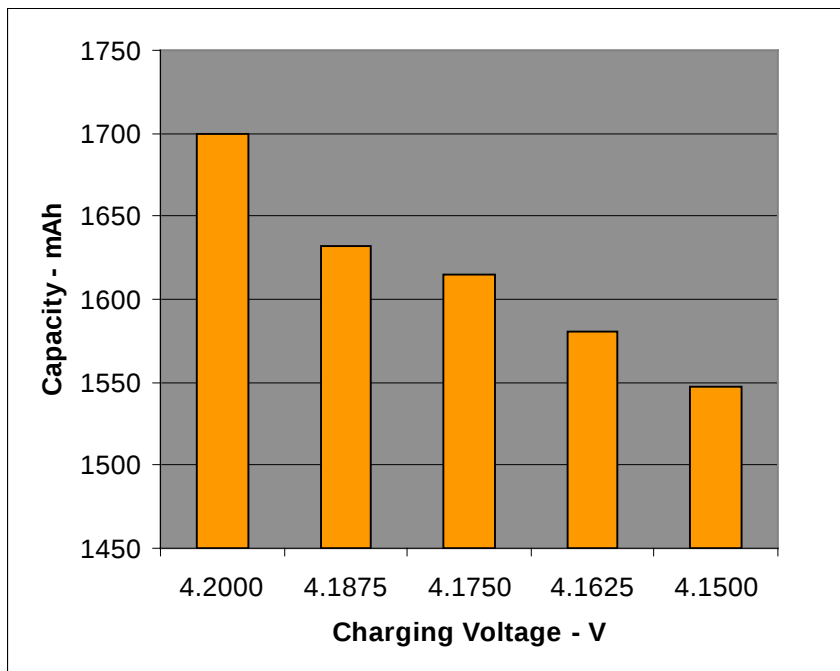
镍镉/镍氢充电算法



锂离子充电算法



锂离子调整电压



调整电压精度的小幅下降会导致大的容量下降!

电池保护

在锂离子电池芯和壳体内,为什么需要
电池保护?

安全:

过充锂离子电池会导致电池突然
地迅速自动解体

化学电池充电总结

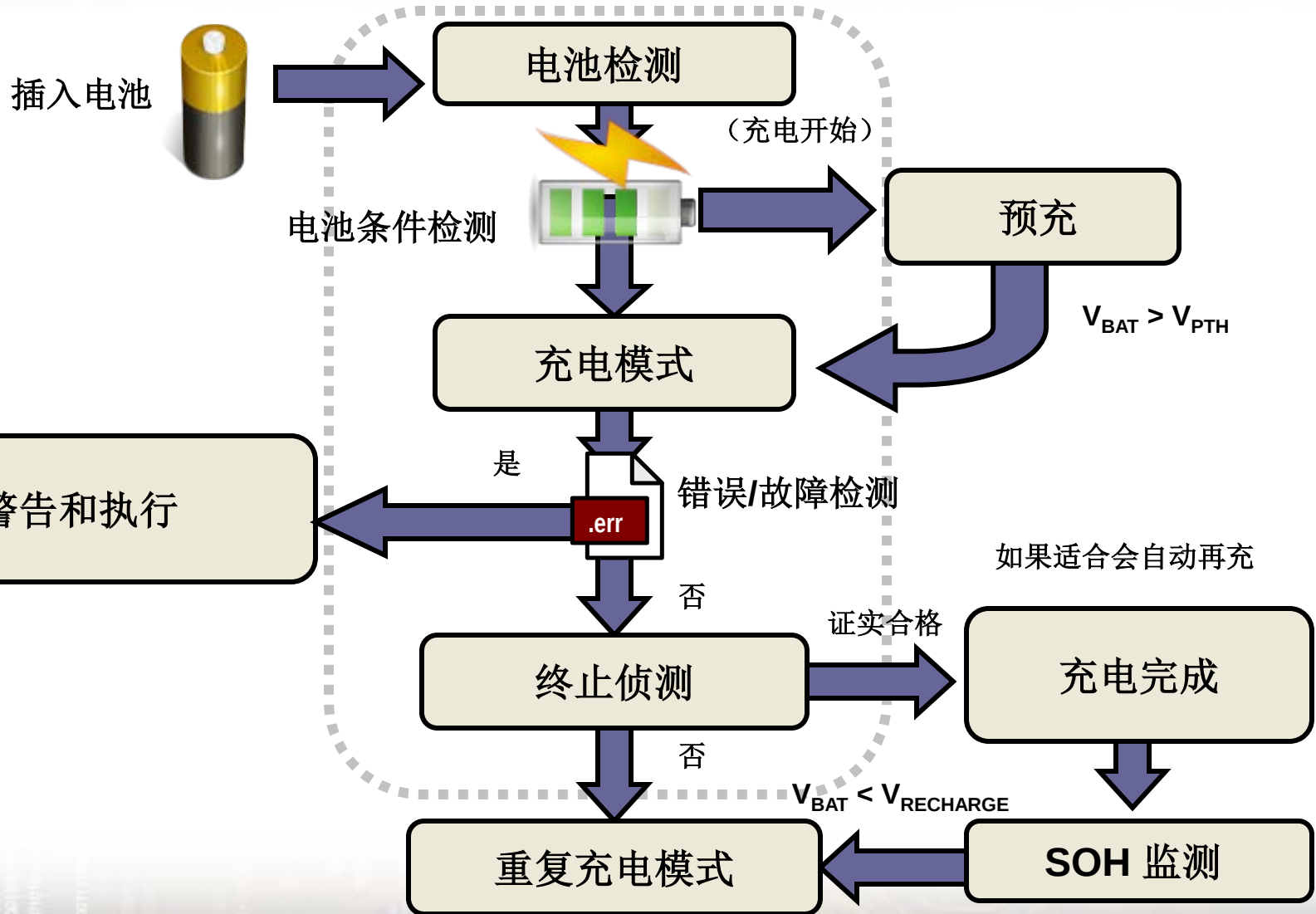
预充	铅酸	镍镉	镍氢	锂离子
预充电流	---	0.1 C	0.1 C	0.1 C
电池电压门限 (V)	2.80	1.50	1.50	4.20
环境温度范围 (° C)	-20 至 50	0 至 45	0 至 45	0 至 45
首选终止方法	无	定时器	定时器	定时器
快充				
快充电流	0.2C	$\geq 1 C$	$\geq 1 C$	1 C
电池电压 (V)	<2.40	1.50	1.50	4.20
定时器 (hr)	8.0	2.0	1.5	2.0
环境温度范围 (° C)	-20 至 50	5 至 40	10 至 40	10 至 40
主终止方法	V_{CELL}	$-\Delta V$ $\Delta T/\Delta t$	$-\Delta V$ 或 $0 \Delta V$ $\Delta T/\Delta t$	$I_{MIN} +$ 定时器
从终止方法	根据温度 调节 V_{CELL}	TCO 定时器	TCO 定时器	TCO 定时器

电池充电

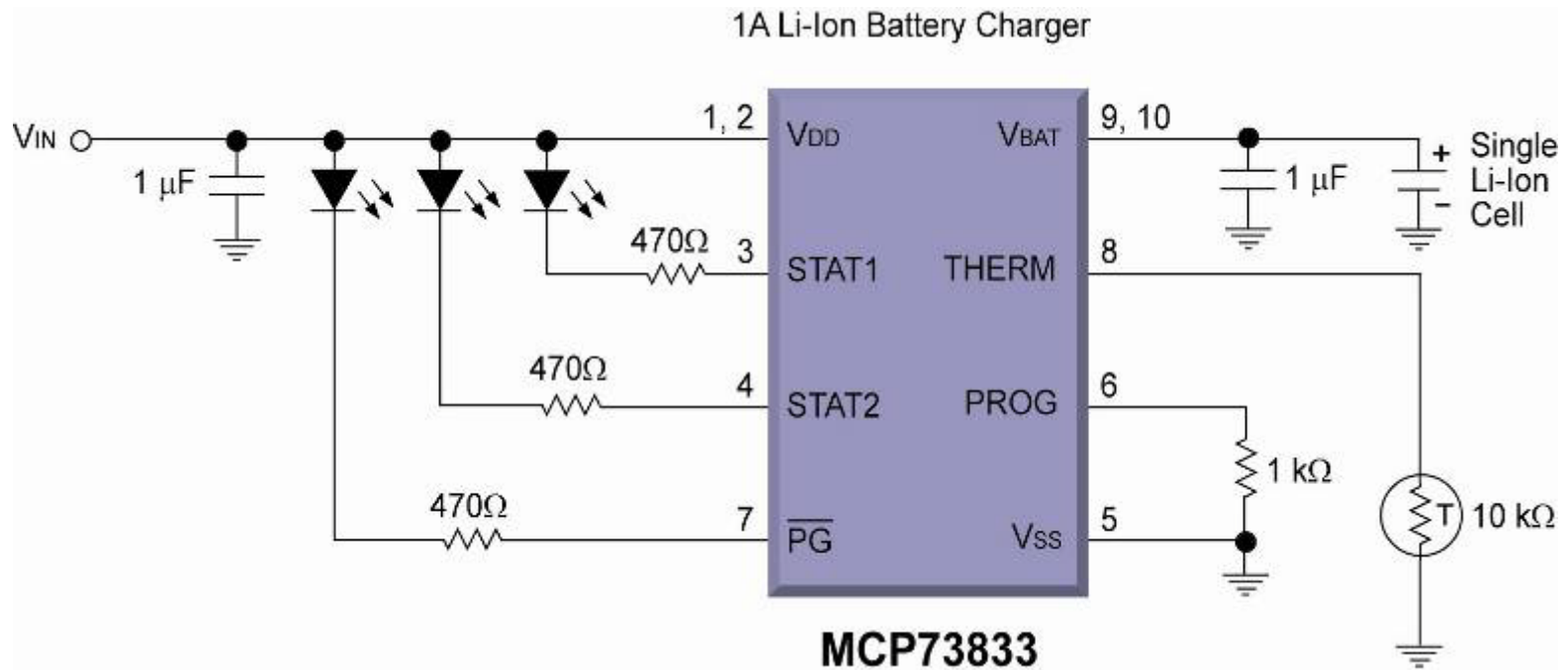
- 第二个问你自己的问题：
 - 最适合你应用的方案是什么？
 - 独立芯片方案（内置 **FET** 或外置 **FET**）
 - **MCU** 控制方案
 - 集成了负载均衡系统（电源路径管理）

锂离子电池充电管理系统

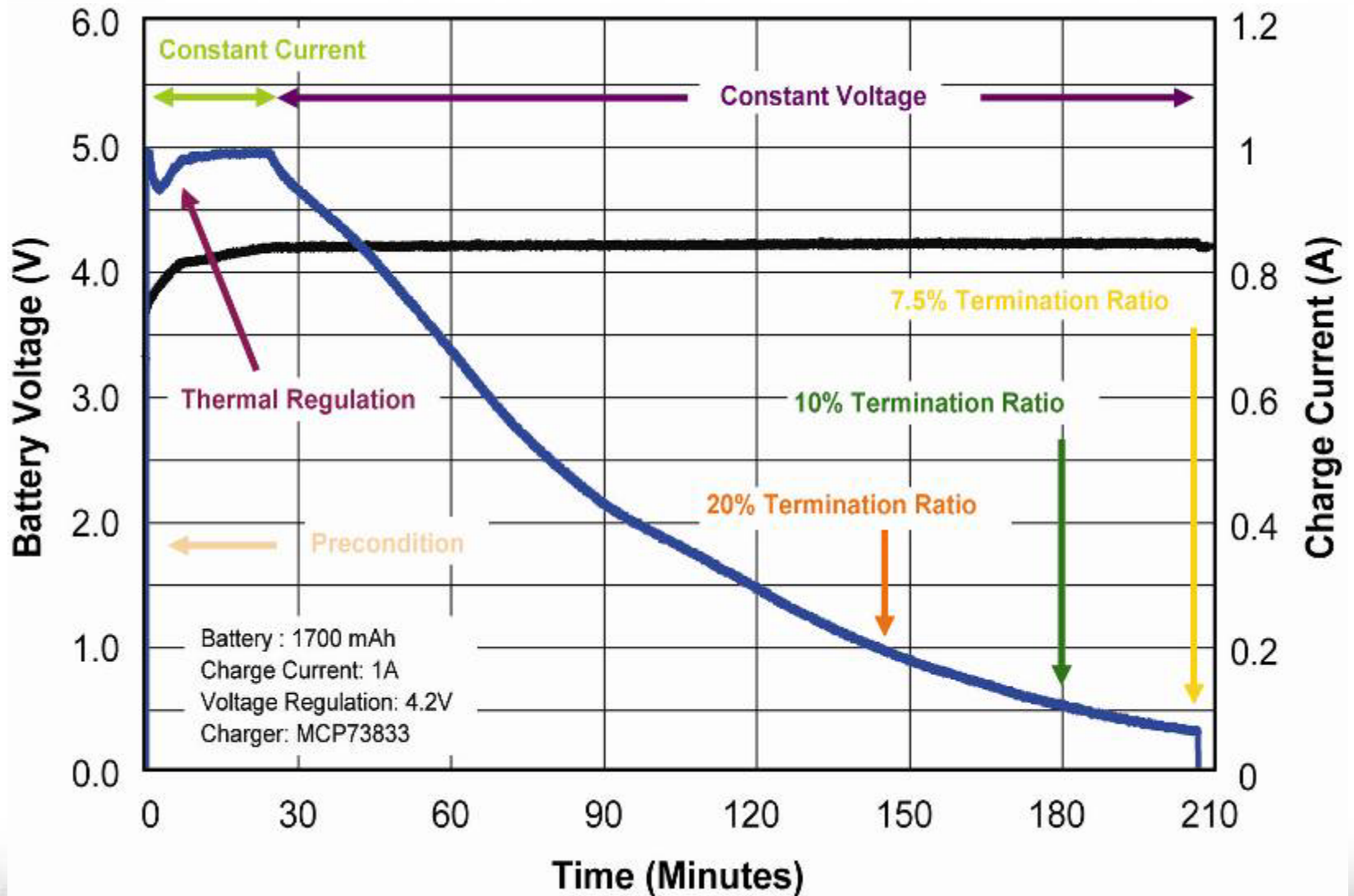
充电流程图示例



单芯片设计

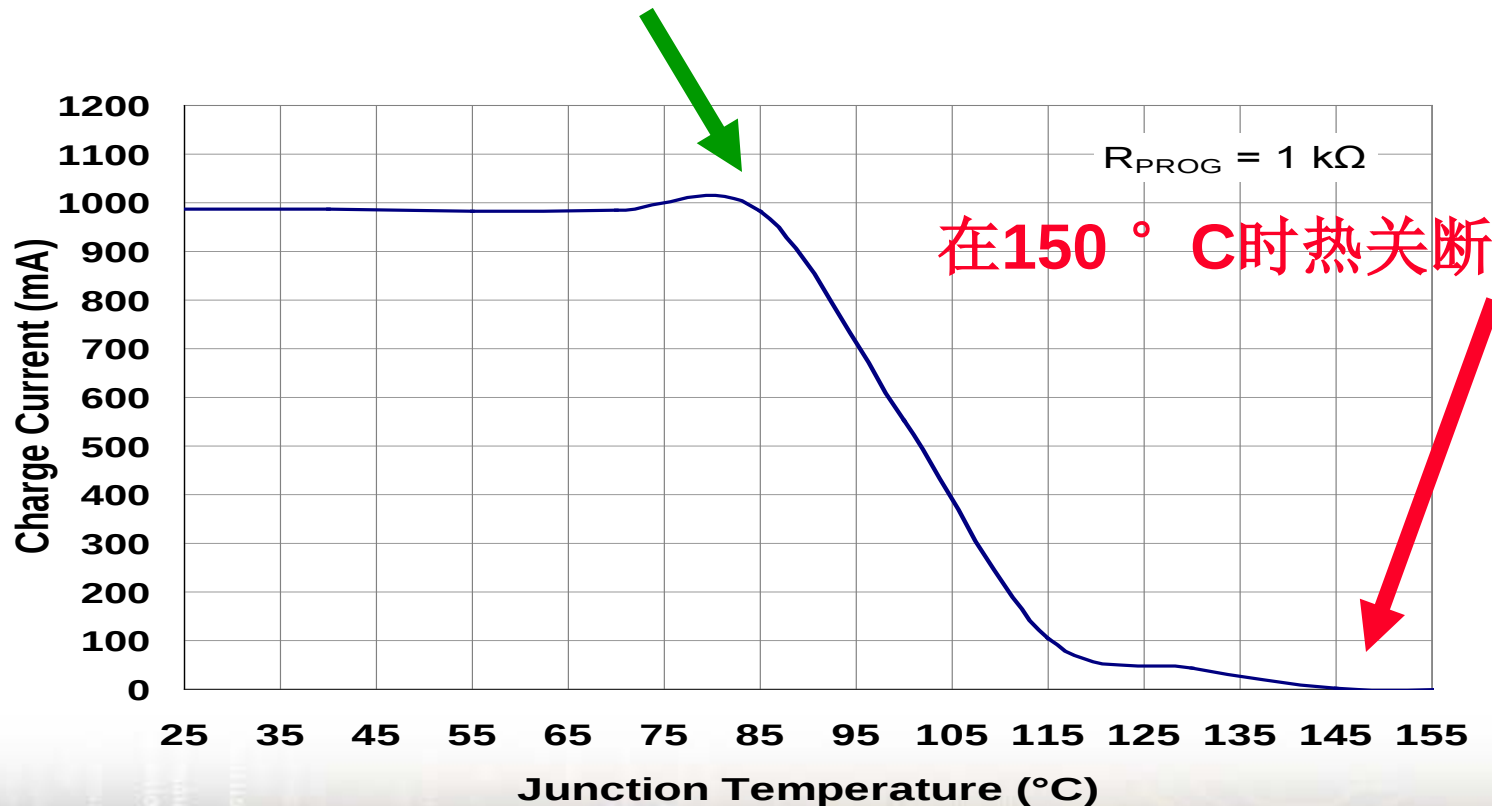


典型锂离子充电图



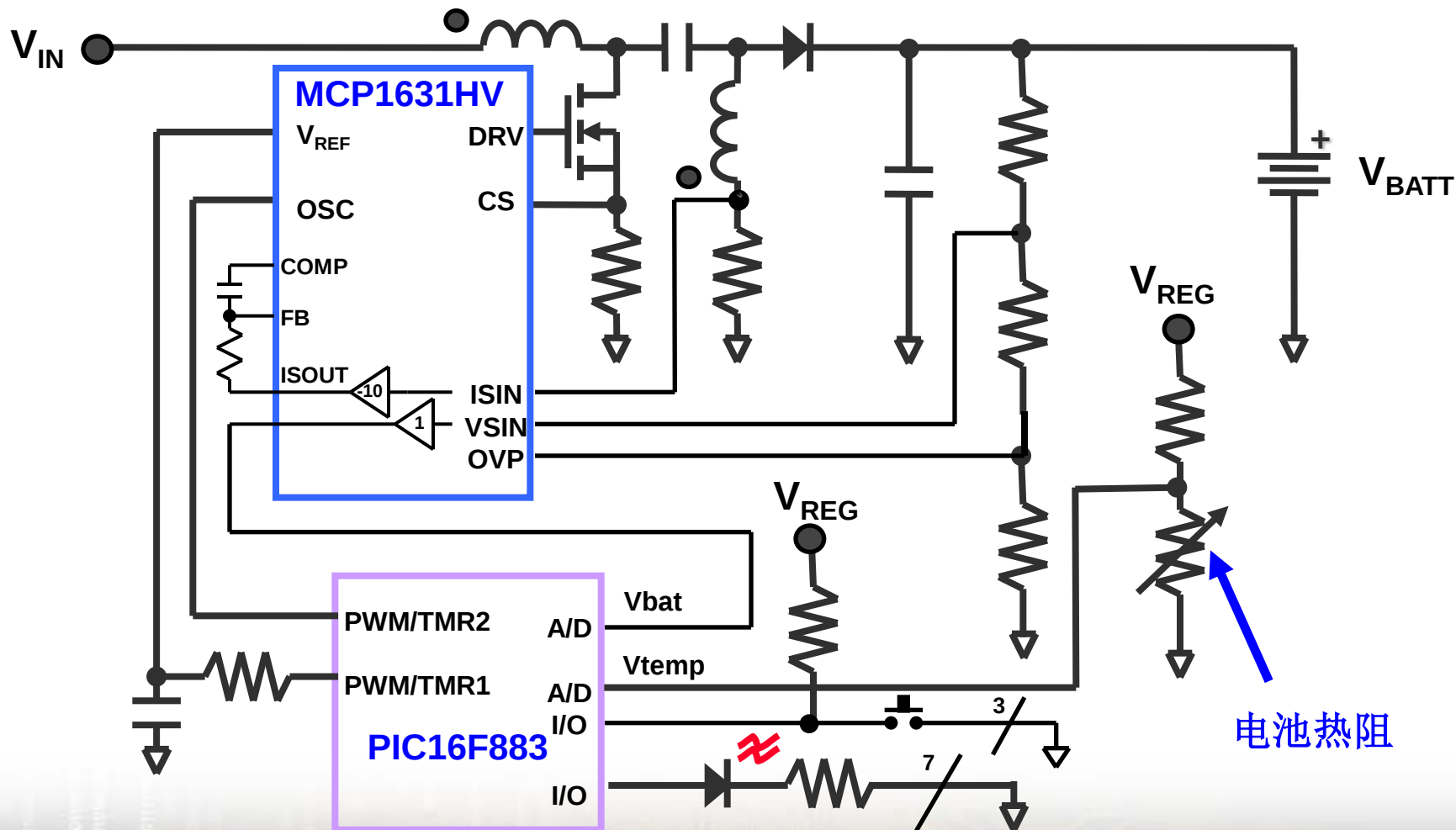
裸片温度的热调整和热关断

在85 ° C限热返回以避免高系统温度



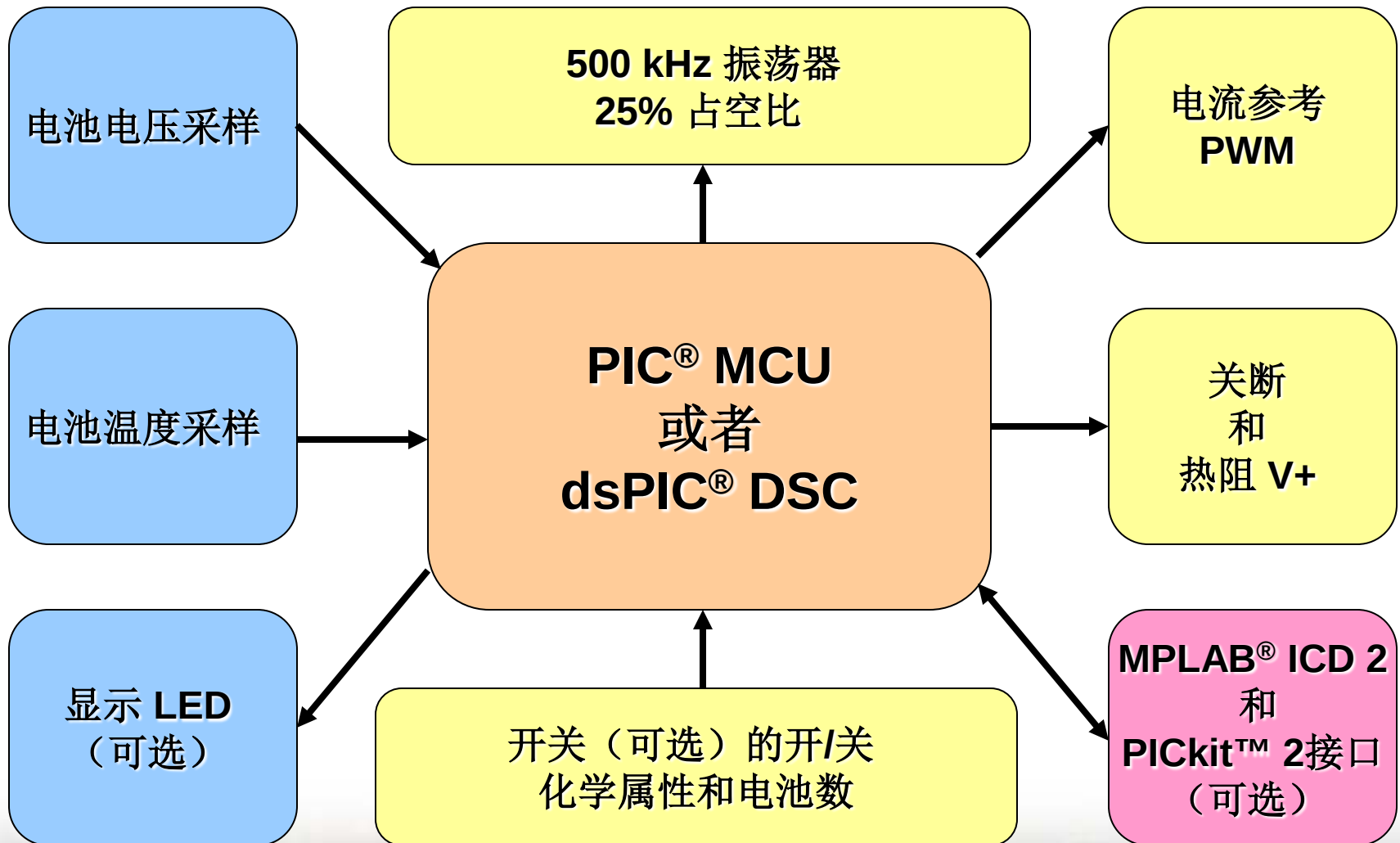
嵌入式设计——多化学多节电池

充电框图



电池热阻

硬件结构

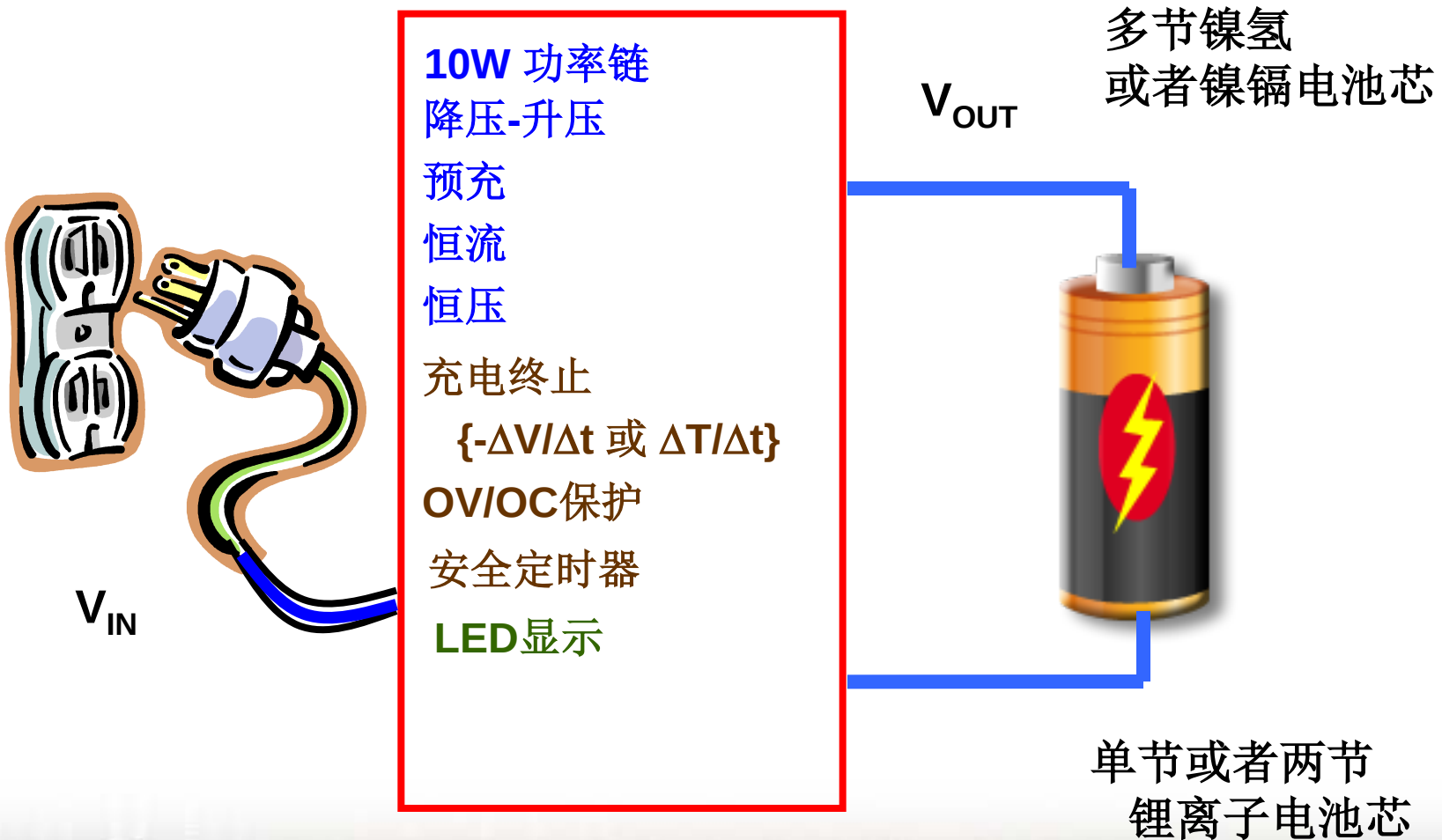


多化学电池充电设计

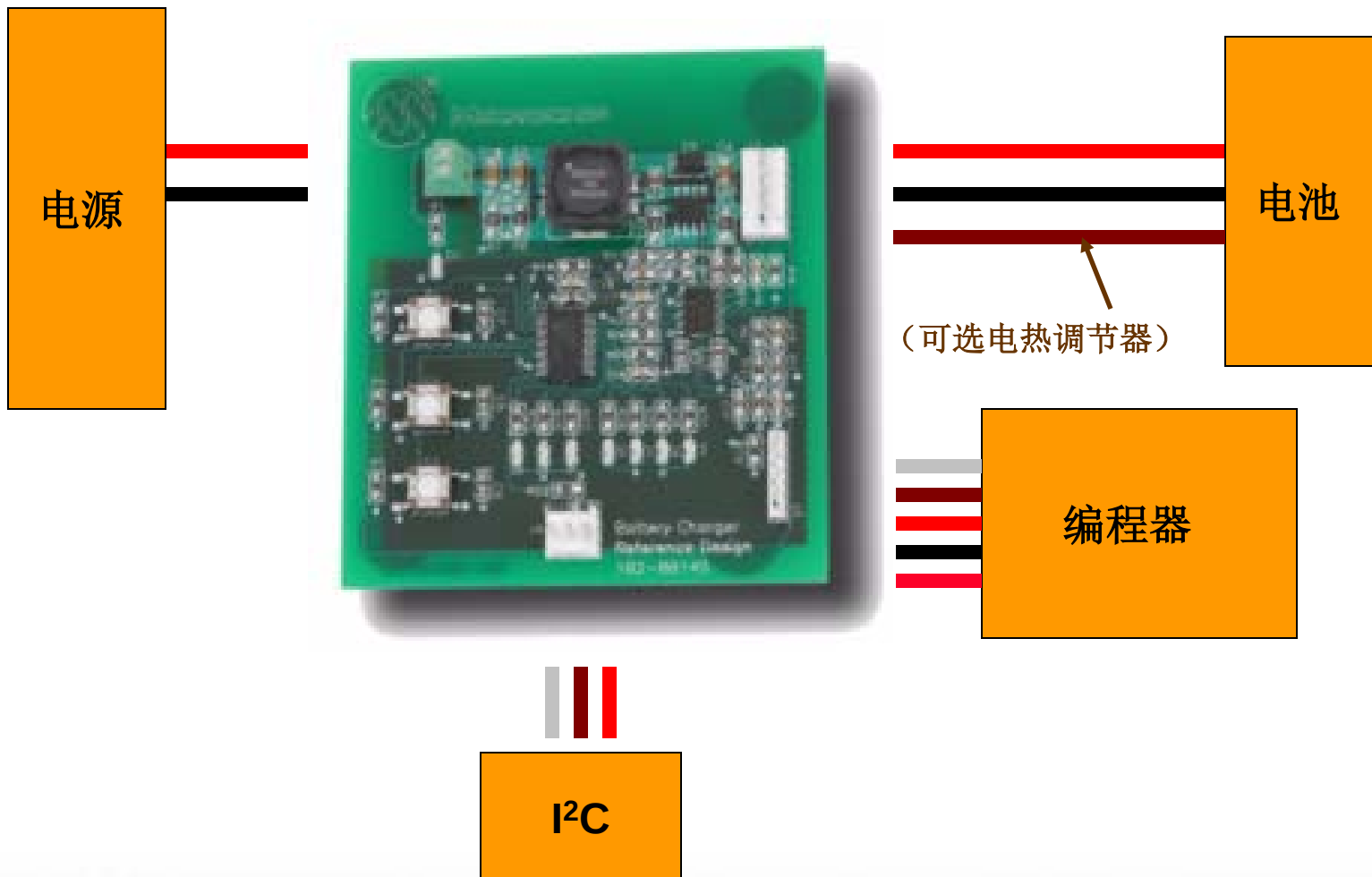
MCP1631HV介绍

- MCP1631 高速“混合信号”PWM（脉宽调制器）
 - 与微控制器“连接”可开发高速智能电源控制系统。可提供中高级智能控制（通信、定时器、可调电压、电流和低功耗模式等）。

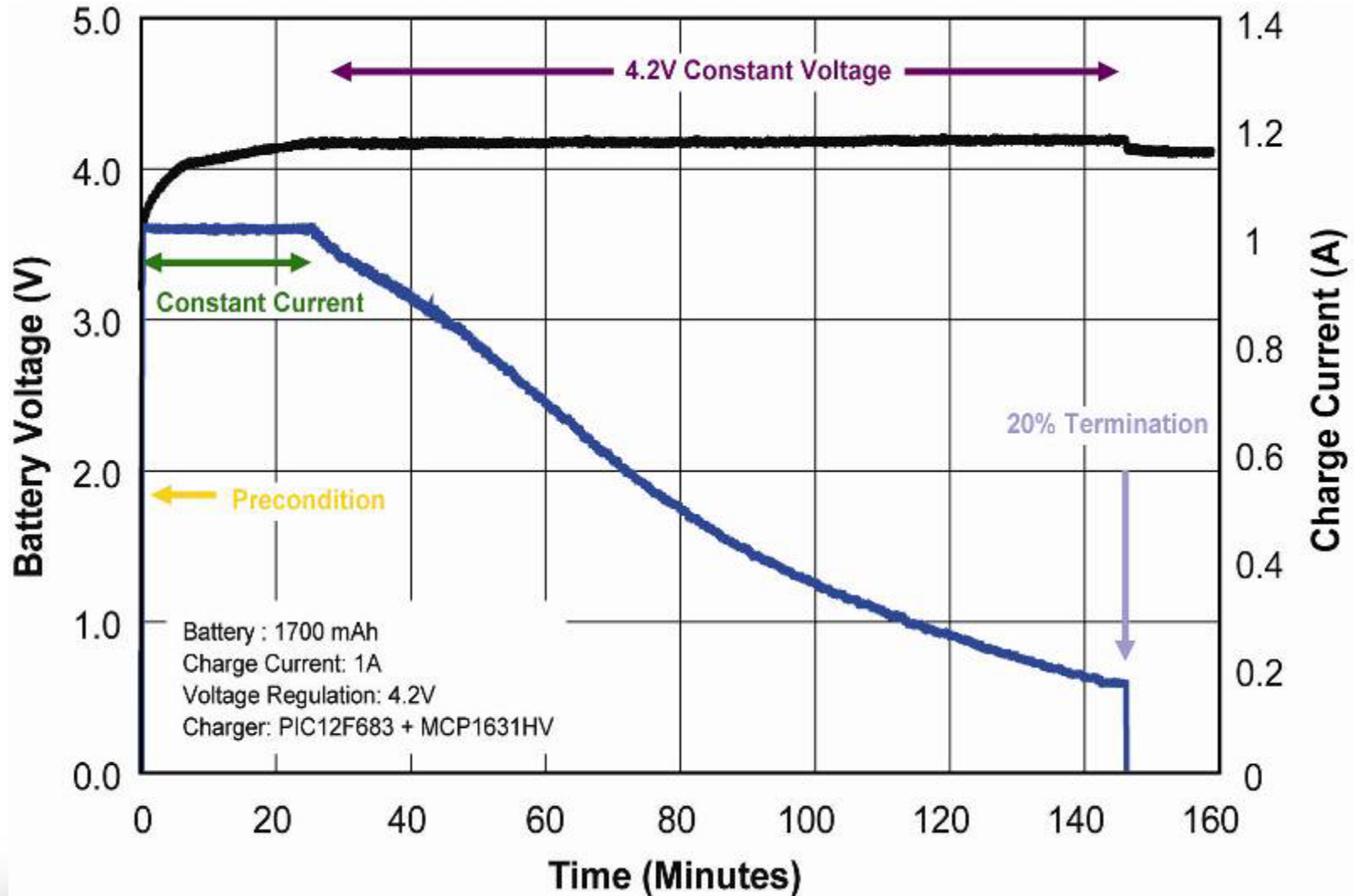
多化学电池充电设计



MCP1631 参考设计



电池充电嵌入式设计——典型锂离子充电图演示



MCU 控制与独立式充电方案

	MCU + PWM 控制器	独立式充电 芯片
要求空间		
灵活性		
成本		
推向市场的时间		
设计时间		
宽输入电压范围		

电池充电

影响拓扑选择的系统因数是什么？

- 效率
- 充电电流水平
- 输入电压范围
- 环境温度
- 转换开关频率
- 目标**PCB**面积
- 可利用的系统资源
- 与电池通信
- 成本目标
- **EMI**考虑
- 充电时系统负载带

便携式电源新趋势

便携式电源新趋势 议程

- 电池技术

- 低自放电镍氢电池
- 磷酸锂铁 (LiFePO_4)

- 充电管理特性

- 输入过压保护
- 系统电源通道管理

低自放电镍氢电池

- 出厂保持 **85%** 电量
- 约**1000**次充电次数
- 共同型因数[AA、AAA、C和D]
- 与镍氢电池共享充电算法

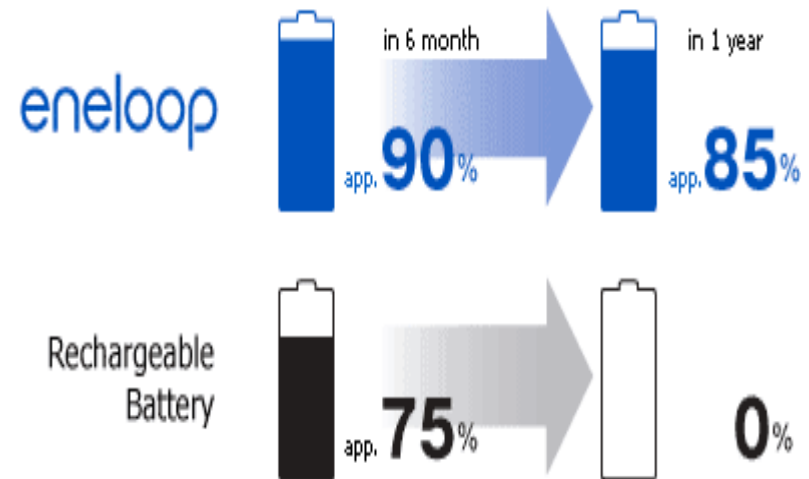
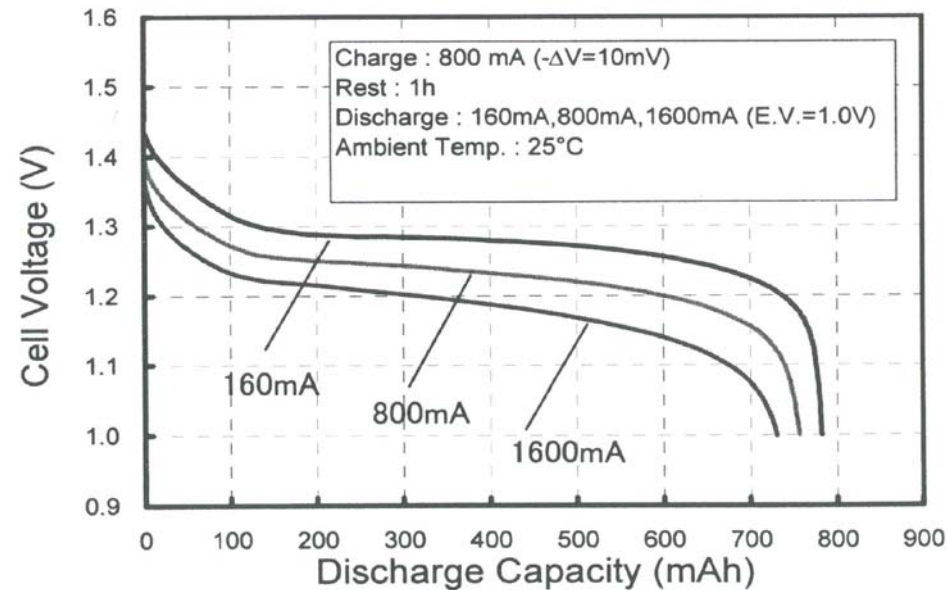
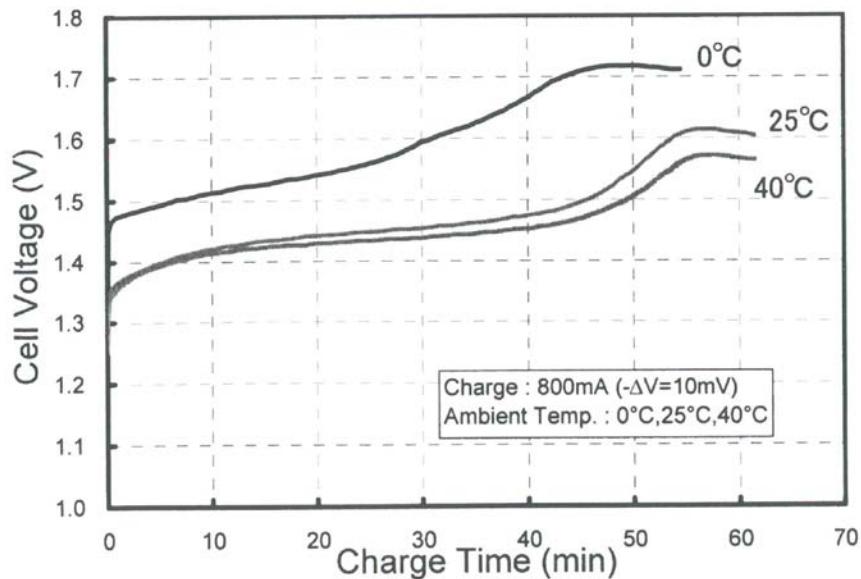


Image Courtesy Sanyo

充电和放电曲线

Eneloop

电池容量: 800 mAh



MCP1631 RD是实现这种需求的最快方案，它通过代码更新可实现高达12节镍氢电池的充电。

Image Courtesy Sanyo

LiFePO₄ —— 目标大功率、快速 充电以及长使用寿命

优点:

- 高充电/放电率
- 小内阻
- 长使用周期
- 宽温度范围
- 环境友好

商业LiFePO₄电池

典型特性（A123 系统，美国）

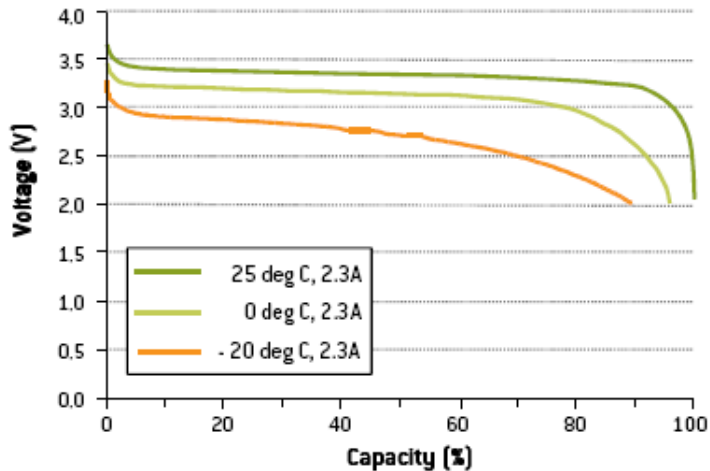
- 3.3V标称电压
- 3.6V充电电压
 - 也可在4.1V充电，但会使充电次数减少，每次充电后会比3.6V充入更多电量。
- 充电算法：CC/CV
- 最大放电电流：70A（25° C）
- 温度范围：- 50° C ~ 60° C

典型特性（PHET，台湾）

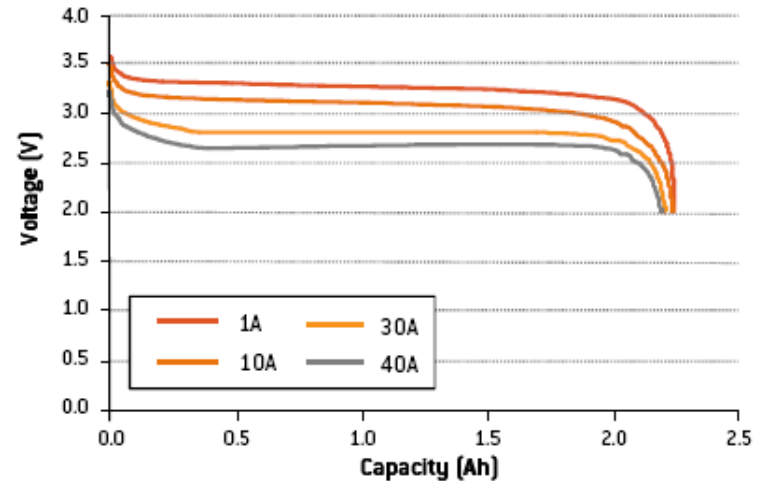
- 3.2V标称电压
- 3.6V充电电压
- 充电算法：CC/CV
- 最大放电速率15C（25° C）
- 温度范围：- 45° C ~ 70° C

A123系统的M1性能

Low Temperature Discharge Performance



Discharge Characteristics, 25 deg C



Cycle Life Performance, 100% DOD, Various Temperatures

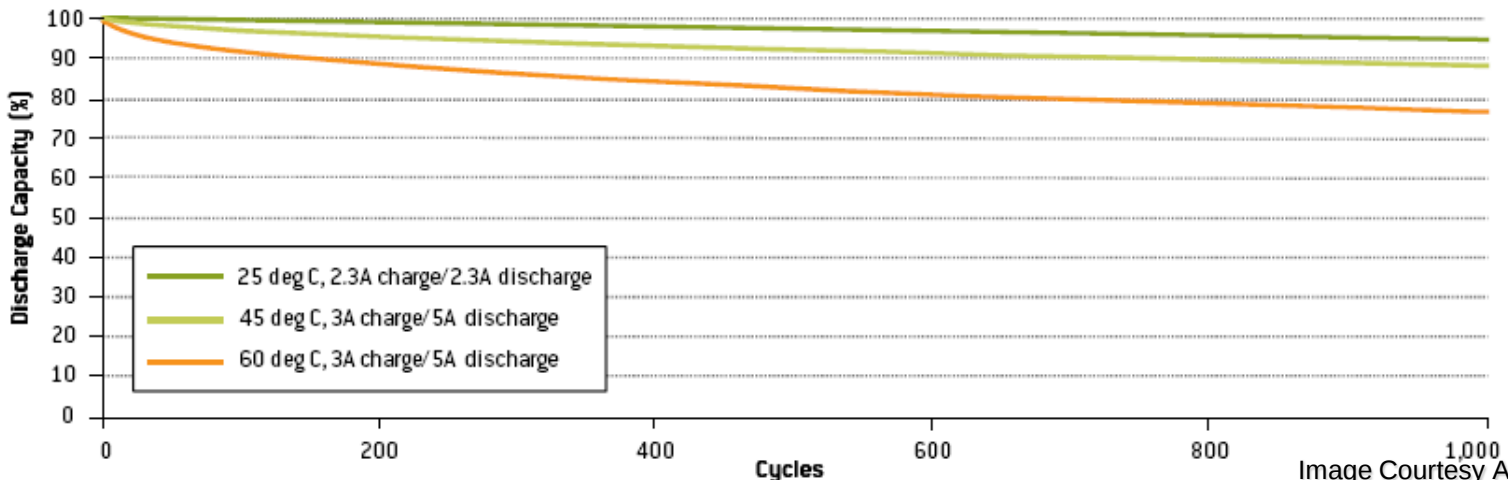
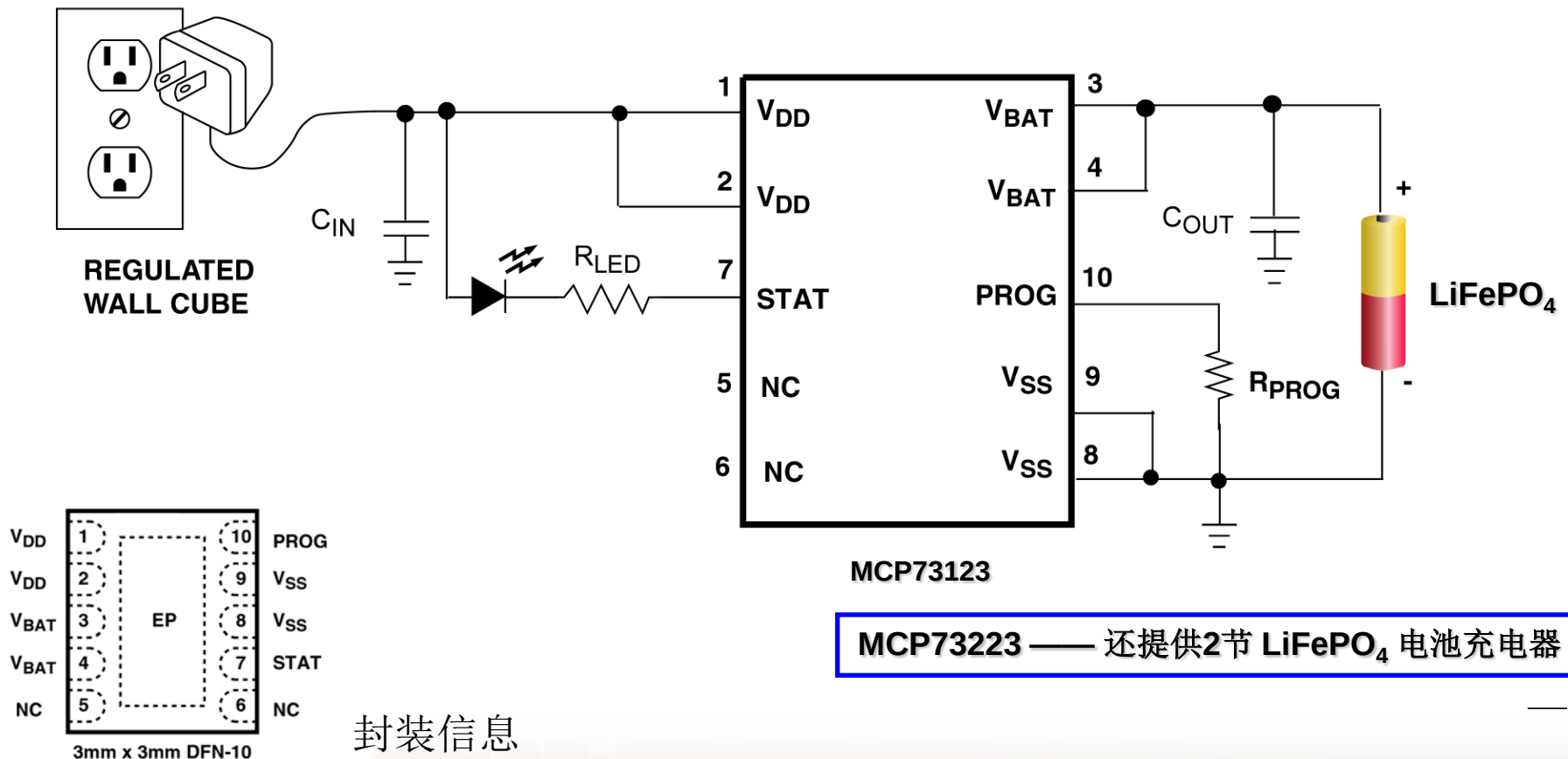


Image Courtesy A123 System

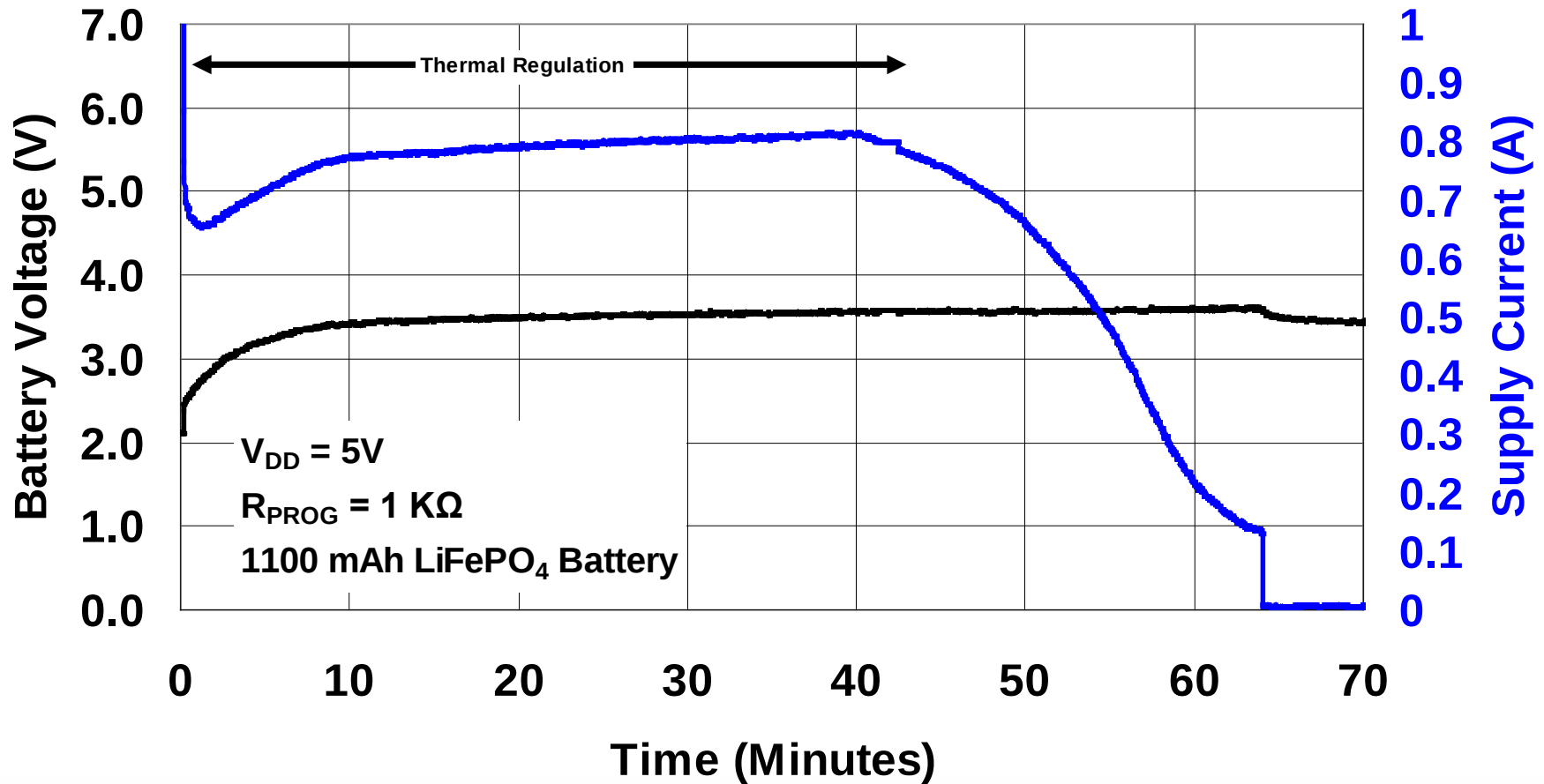
MCP73123 —— LiFePO₄充电器

4 个外部元件



MCP73223 —— 还提供2节 LiFePO₄ 电池充电器

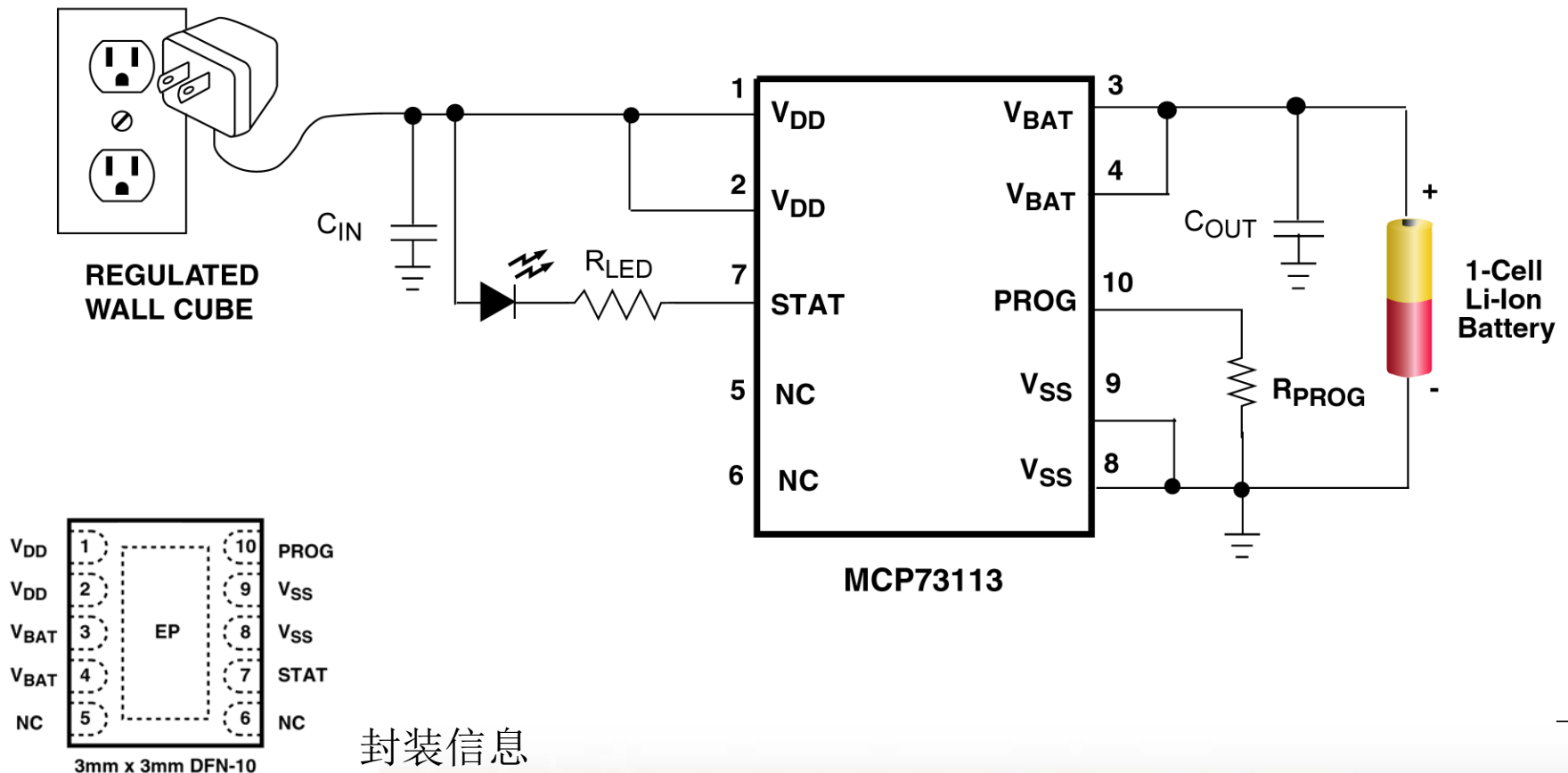
MCP73123充电示意图



输入过压保护

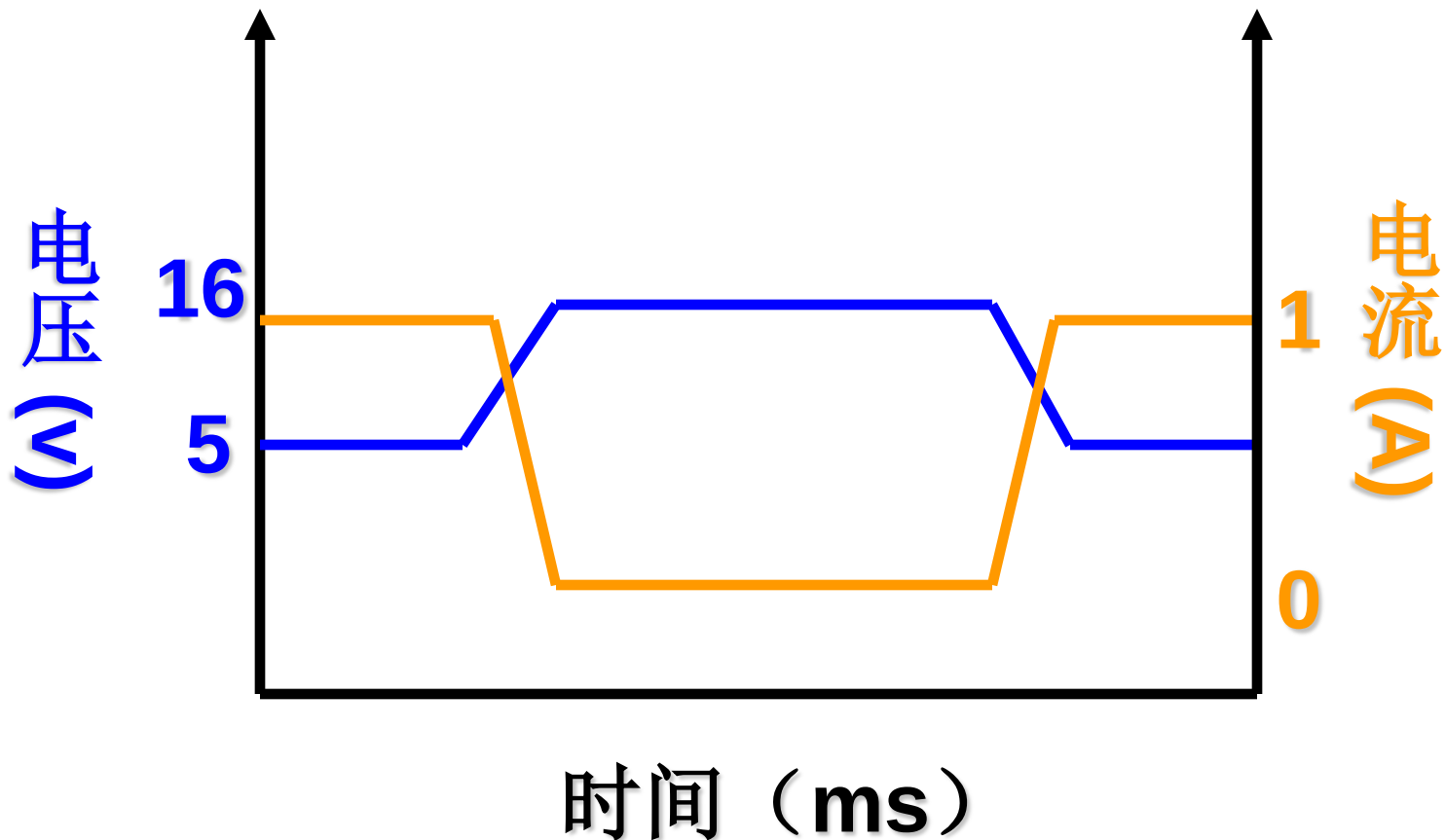
18V 绝对最大值

4 个外部元件

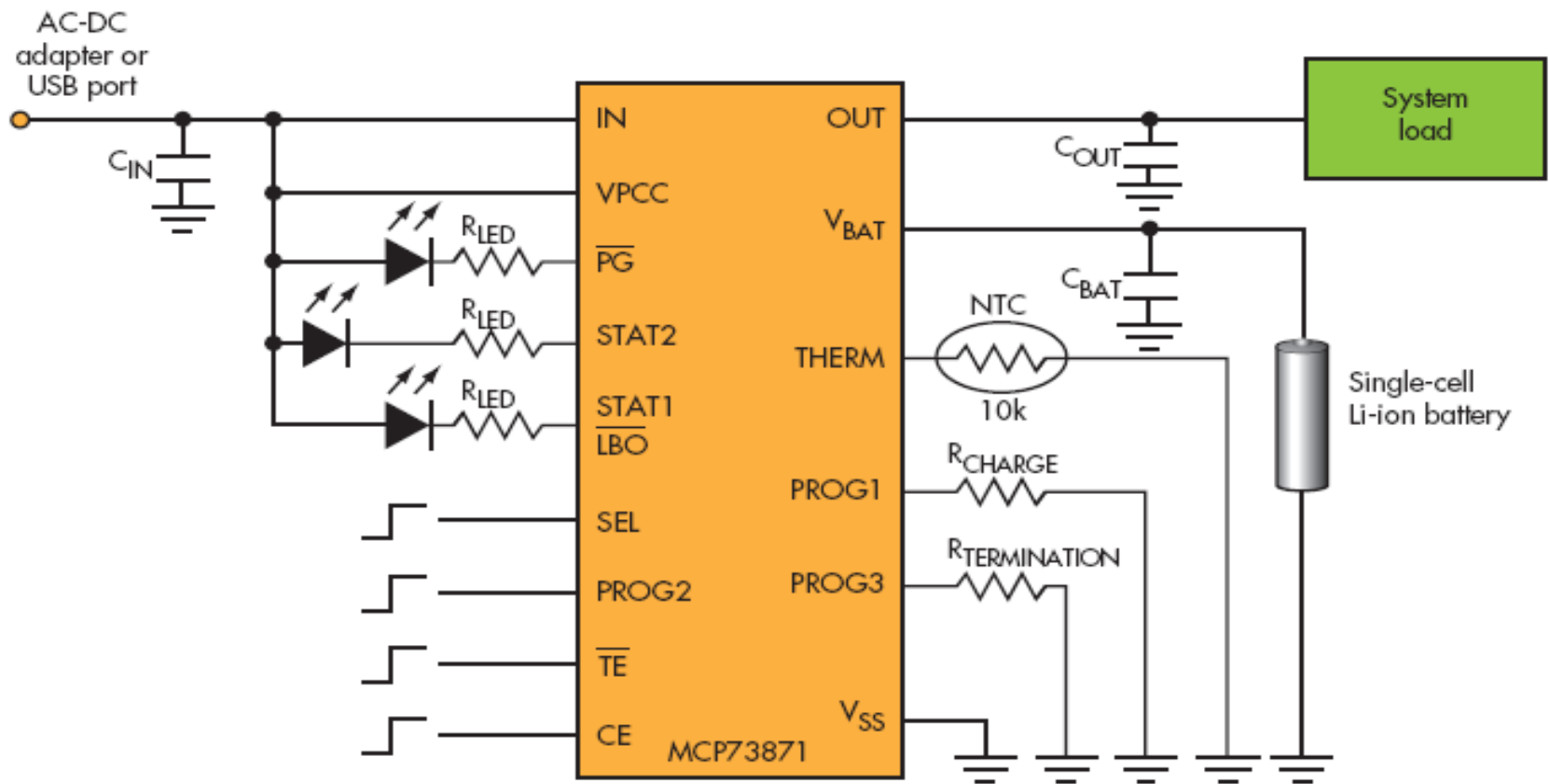


OVP特性

OVP门限 = 6.5V



系统电源路径管理应用



总结

- 今天我们讨论了：
 - 各种通用化学电池以及如何安全地对它们进行充电
 - 为便携式应用构造电源
 - 在便携式应用中使用独立式电池管理控制器

参考资料

- AN246: ***Driving the Analog Inputs of a SAR A/D Converter***
- AN693: ***Understanding A/D Converter Performance***
- AN793: ***Power Management in Portable Applications: Understanding the Buck Switch Mode Power Converter***
- AN947: ***Power Management in Portable Applications: Charging Lithium Polymer Batteries***
- AN960: ***New Components and Design Methods Bring Intelligence to Battery Charger Applications***
- AN968: ***Simple Synchronous Buck Regulator - MCP1612***
- AN971: ***USB Port-Powered Li-Ion/Li-Polymer Battery Charging***
- AN1088: ***Selecting the Right Battery System for Cost-Sensitive Portable Applications While Maintaining Excellent Quality***
- AN1137: ***Using the MCP1631 Family to Develop Low-Cost Battery Chargers***
- AN1149: ***Design A Load Sharing System Power Path Management with Microchip's Stand-Alone Li-Ion Battery Charger***
- AN1260: ***Li-Ion/Li-Poly Battery Charge and System Load Sharing Management Design Guide With MCP73871***
- AN1276: ***Design A Low-Cost Lithium Iron Phosphate (LiFePO₄) Battery Charger With MCP73123***

参考资料

- **MCP73831/2数据手册, DS21984A_CN**
- **MCP73833/4数据手册, DS22005A_CN**
- **MCP73871数据手册, DS22090A_CN**
- **MCP73123/223数据手册, DS22191A**
- **PIC16F684数据手册, DS41202F_CN**
- **PIC12F683数据手册, DS41211D_CN**
- **MCP1631/V/HV/VHV数据手册, DS22063B_CN**

参考资料

Reference Material

- David Linden, Thomas B. Reddy, *Handbook of Batteries, Third Edition* (New York: McGraw-Hill, Inc., 2002).
- Royal Society of Chemistry
<http://www.rsc.org>
- MSNBC Technology and Science 8/16/2005
- Sanyo
http://sanyo.com/batteries/lithium_ion.cfm
- Rocket Electronics
<http://www.rocket.co.kr>
- LG Chemistry
<http://lgchem.com>
- Toshiba
<http://toshiba.com/>
- Office of Hazardous Materials Safety, Department of Transportation
<http://hazmat.dot.gov>

商标

Microchip的名称和徽标组合、Microchip徽标、dsPIC、KeeLog、KeeLog徽标、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、rfPIC和UNI/O均为Microchip Technology Inc.在美国和其他国家或地区的注册商标。

FilterLab、Hampshire、HI-TECH C、Linear Active Thermistor、MXDEV、MXLAB、SEEEVAL和The Embedded Control Solutions Company 均为Microchip Technology Inc.在美国的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、dsSPEAK、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、HI-TIDE、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Mindi、MiWi、MPASM、MPLAB Certified徽标、MPLIB、MPLINK、mTouch、Octopus、Omniscient Code Generation、PICC、PICC-18、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、PIC32徽标、REAL ICE、rfLAB、Select Mode、Total Endurance、TSHARC、UniWinDriver、WiperLock和ZENA均为Microchip Technology Inc.在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP是Microchip Technology Inc.在美国的服务标记。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2009, Microchip Technology Inc.版权所有。