



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103956530 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 20

(21) 申请号 201410201377. 3

(22) 申请日 2014. 05. 13

(73) 专利权人 中国科学院上海高等研究院
地址 201210 上海市浦东新区海科路 99 号

(72) 发明人 杜翀 何亮明

(74) 专利代理机构 上海光华专利事务所 31219
代理人 李仪萍

(51) Int. Cl.
H01M 10/44(2006. 01)

审查员 董小婷

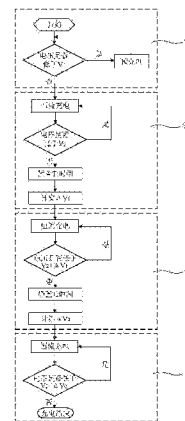
权利要求书1页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

一种锂离子电池快速充电控制方法

(57) 摘要

本发明提供一种锂离子电池快速充电控制方法,包括以下步骤:首先确保电池端电压不低于第一电压 V_1 ,若低于所述第一电压 V_1 则对电池预充电;接着对电池恒流充电至第二电压 V_2 ,经过第一静置时间 T_1 后计算所述第一静置时间 T_1 内电池端电压的下降值,记为第一压降 ΔV_1 ;然后以相同电流对电池恒流充电至第三电压 $V_3 = V_2 + \Delta V_1$,经过第二静置时间 T_2 后计算所述第二静置时间 T_2 内电池端电压下降值,记为第二压降 ΔV_2 ;最后将电池充电至第四电压 $V_4 = V_2 + \Delta V_2$ 。本发明大大提高了电池充电速度;同时,通过电池内阻由小到大的逐次逼近过程,确保了电池整个充电过程中开路电压低于判断门限值,保证了电池充电的安全性。



1. 一种锂离子电池快速充电控制方法,其特征在于,所述锂离子电池快速充电控制方法至少包括以下步骤:

步骤一:判断电池端电压是否低于第一电压 V_1 ,若电压低于所述第一电压 V_1 则对电池预充电,确保电池端电压不低于所述第一电压 V_1 ;

步骤二:对电池进行第一恒流充电,当电压达到第二电压 V_2 时暂停充电,经过第一静置时间 T_1 后电压下降,计算所述第一静置时间 T_1 内电池端电压的下降值,记为第一压降 ΔV_1 ;

步骤三:对电池进行第二恒流充电,当电压达到第三电压 $V_3 = V_2 + \Delta V_1$ 时暂停充电,经过第二静置时间 T_2 后电压下降,计算所述第二静置时间 T_2 内电池端电压下降值,记为第二压降 ΔV_2 ;

步骤四:对电池进行第三恒流充电,当电压达到第四电压 $V_4 = V_2 + \Delta V_2$ 时充电结束;

其中,所述第一电压 V_1 为过放保护电压;所述第二电压 V_2 为过充保护电压。

2. 根据权利要求1所述的锂离子电池快速充电控制方法,其特征在于:步骤一、步骤二、步骤三及步骤四中的电压测量方法为实时电压测量。

3. 根据权利要求1所述的锂离子电池快速充电控制方法,其特征在于:步骤一中预充电的电流小于所述第一恒流充电、第二恒流充电及第三恒流充电的充电电流。

4. 根据权利要求1所述的锂离子电池快速充电控制方法,其特征在于:所述第一恒流充电、第二恒流充电及第三恒流充电的充电电流值相等。

5. 根据权利要求1所述的锂离子电池快速充电控制方法,其特征在于:所述第一静置时间 T_1 设定在1分钟之内。

6. 根据权利要求1所述的锂离子电池快速充电控制方法,其特征在于:所述第二静置时间 T_2 设定为1分钟~10分钟。

7. 根据权利要求1所述的锂离子电池快速充电控制方法,其特征在于:步骤四后还包括恒压充电过程,该充电过程直至充电电流下降至设定值时结束。

8. 根据权利要求1所述的锂离子电池快速充电控制方法,其特征在于:还包括步骤:通过静置过程引入第三个甚至更多新的压降测量过程,并根据所述新的压降更新充电的门限电压。

9. 根据权利要求1所述的锂离子电池快速充电控制方法,其特征在于:步骤二替换为通过电池充电初始阶段的上电前后瞬间电压差来计算所述第一压降 ΔV_1 。

一种锂离子电池快速充电控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电池技术领域,特别是涉及一种锂离子电池快速充电控制方法。

背景技术

[0002] 连续充电和脉冲充电是锂离子电池(Li-ion)或镍氢(Ni-MH)电池等非水系二次电池的常用充电方法。在连续充电中,可进一步细分为恒定电流充电(CC)、恒定电压充电(CV)以及恒流恒压充电(CCCV)三种方式。在非水系二次电池的充电中,若充电电压过高,则电池性能明显劣化,甚至引发燃烧爆炸等事故,因此需要十分注意,充电电压不能超过给定门限电压。为了在充电速度和充电安全性之间达到一个折中平衡,连续充电一般使用恒流恒压充电。在恒流恒压充电的初期,进行恒定电流充电,二次电池的电压达到给定电压值后,以恒定电压继续充电,充电电流降低到给定值时即认为达到满量充电,结束充电。这种充电方法的优点在于,进行恒定电流充电时,通过增大充电电流能快速充电,缩短充电时间;而二次电池的电压达到给定电压值时,就切换到恒压充电,确保导致使得二次电池劣化的高压不施加到二次电池上。

[0003] 电池的内部电动势或者开路电压是判断电池充电是否结束的理想参数,然而在实际充电过程中,上述两个参数不可测直接测量,只能使用电池端电压进行近似替换。一般情况下,由于电池内阻的存在,电池端电压小于电池开路电压。电池充电电流越大,电池端电压和开路电压差异越大。在恒流恒压充电方法中,恒流阶段当电池端电压达到给定值(例如锂离子电池设定为4.2V)时,电池开路电压实际并未达到给定值。但是为了安全保守起见,不得不采取限流措施,改为充电电流较小的恒压充电模式。恒压充电模式的引入,确保了电池充电的安全性,但是同时也影响了电池的充电速度。如图1所示,对锂离子电池使用1.5A的恒定电流进行充电,大约150分钟后即可充电85%。然后端电压达到给定值改用4.2V电压恒压充电。经过约1.5小时后,电池才渐至充满。充电15%,结果占用了50%的充电时间。由此可见,恒压充电阶段严重降低了电池的充电速度。尤其是,当电池老化或者端电压测量引线较长时,由电阻导致的压降更加严重,恒流充电阶段时间变短,恒压充电对电池充电速度的影响也更加显著。

[0004] 针对传统恒流恒压充电方法的缺陷,公开号为CN101814640B的专利提出了一种多阶段恒流充电的改进方法,通过实时检测电池的极化阻抗大小,在电池极化阻抗出现拐点时逐步降低充电倍率,可以一定程度上提高充电速度。上述方法虽然避免了恒压充电过程,但是出现极化拐点后大幅度降低恒流充电电流,电池充电速度依然受限。此外,上述方法需要利用荷电状态与开路电压关系实时跟踪计算不同充电状态下的电池极化值,增加了充电控制的复杂度。

[0005] 此外,一些学者提出利用电池内阻压降补偿来提高恒流恒压模式转换的判断门限电压,进而延长电池恒流充电时间。但是电池阻抗特性非常复杂,在不同的荷电状态以及外部环境温度下变化很大。如果仅仅使用一个固定的电池内阻估计值,则当环境改变时容易造成电池过充或者恒流充电阶段不充分。如果对电池阻抗进行全程在线实时

跟踪计算,则往往需要专用复杂设备,不利于充电机的体积与成本控制。例如,公开号为US20080284444A1的专利提出了一种电池内阻的实时在线测量装置,包括电流工作模块、电压测量模块、模数转换模块、交流信号发生模块、计算处理模块、输入输出模块以及供电模块。上述装置往往体积大,成本高,很难与锂离子电池充电机进行优化融合。

[0006] 因此,如何在不增加控制复杂度、不增加成本的基础上优化锂电池的充电方法,成为本领域的技术人员亟待解决的问题。

发明内容

[0007] 鉴于以上所述现有技术的缺点,本发明的目的在于提供一种锂离子电池快速充电控制方法,用于解决现有技术中充电时间长、控制方法复杂、成本高等问题。

[0008] 为实现上述目的及其他相关目的,本发明提供一种锂离子电池快速充电控制方法,所述锂离子电池快速充电控制方法至少包括以下步骤:

[0009] 步骤一:判断电池端电压是否低于第一电压 V_1 ,若电压低于所述第一电压 V_1 则对电池预充电,确保电池端电压不低于所述第一电压 V_1 ;

[0010] 步骤二:对电池进行第一恒流充电,当电压达到第二电压 V_2 时暂停充电,经过第一静置时间 T_1 后电压下降,计算所述第一静置时间 T_1 内电池端电压的下降值,记为第一压降 ΔV_1 ;

[0011] 步骤三:对电池进行第二恒流充电,当电压达到第三电压 $V_3 = V_2 + \Delta V_1$ 时暂停充电,经过第二静置时间 T_2 后电压下降,计算所述第二静置时间 T_2 内电池端电压下降值,记为第二压降 ΔV_2 ;

[0012] 步骤四:对电池进行第三恒流充电,当电压达到第四电压 $V_4 = V_2 + \Delta V_2$ 时充电结束。

[0013] 优选地,步骤一、步骤二、步骤三及步骤四中的电压测量方法为实时电压测量。

[0014] 优选地,所述第一电压 V_1 为过放保护电压。

[0015] 优选地,所述第二电压 V_2 为过充保护电压。

[0016] 优选地,步骤一中预充电的电流小于所述第一恒流充电、第二恒流充电及第三恒流充电的充电电流。

[0017] 优选地,所述第一恒流充电、第二恒流充电及第三恒流充电的充电电流值相等。

[0018] 优选地,所述第一静置时间 T_1 设定在1分钟之内。

[0019] 优选地,所述第二静置时间 T_2 设定为1分钟~10分钟。

[0020] 优选地,步骤四后还包括恒压充电过程,该充电过程直至充电电流下降至设定值时结束。

[0021] 优选地,还包括步骤:通过静置过程引入第三个甚至更多新的压降测量过程,并根据所述新的压降更新充电的门限电压。

[0022] 优选地,步骤二替换为通过电池充电初始阶段的上电前后瞬间电压差来计算所述第一压降 ΔV_1 。

[0023] 如上所述,本发明的锂离子电池快速充电控制方法,具有以下有益效果:

[0024] 本发明提出一种逐步逼近的电池内阻估计方法,精确计算电池满充状态下的直流内阻值,并应用内阻压降补偿后的端电压来判断充电是否结束。本发明避免了传统恒流恒

压充电模式中恒压阶段,极大提高了电池充电速度;同时,本发明通过电池内阻由小到大的逐次逼近过程,确保了电池整个充电过程中开路电压低于判断门限值,保证了电池充电的安全性;此外,充电过程中只需实时监测电池端电压,无需其它专用硬件,不增加额外的生产成本。

附图说明

- [0025] 图 1 显示为现有技术中的恒流恒压充电过程的示意图。
- [0026] 图 2 显示为锂离子电池充电过程中电池直流内阻变化特性曲线的示意图。
- [0027] 图 3 显示为锂离子电池放电过程中电池直流内阻变化特性曲线的示意图。
- [0028] 图 4 显示为本发明的锂离子电池快速充电控制方法的流程示意图。
- [0029] 图 5 显示为本发明的锂离子电池快速充电控制方法与现有技术中的恒流恒压充电方法应用于不同恒定电流条件下充电时间比较结果的示意图。
- [0030] 元件标号说明
- [0031] S1 ~ S4 步骤一~步骤四
- [0032] V_1 第一电压
- [0033] V_2 第二电压
- [0034] V_3 第三电压
- [0035] V_4 第四电压
- [0036] ΔV_1 第一压降
- [0037] ΔV_2 第二压降
- [0038] T_1 第一静置时间
- [0039] T_2 第二静置时间
- [0040] I_1 恒定电流

具体实施方式

[0041] 以下通过特定的具体实例说明本发明的实施方式,本领域技术人员可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点与功效。本发明还可以通过另外不同的具体实施方式加以实施或应用,本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用,在没有背离本发明的精神下进行各种修饰或改变。

[0042] 请参阅图 2~图 5。需要说明的是,本实施例中所提供的图示仅以示意方式说明本发明的基本构想,遂图式中仅显示与本发明中有关的组件而非按照实际实施时的组件数目、形状及尺寸绘制,其实际实施时各组件的型态、数量及比例可为一种随意的改变,且其组件布局型态也可能更为复杂。

[0043] 为了补偿电池充电时内阻带来的压降,必须了解电池内阻的组成与变化特性。即使在相同荷电状态下,充电和放电模式下电池内阻也可能存在较大差异。如图 2 所示,锂离子电池直流内阻由欧姆内阻和极化内阻组成,各组分在充放电过程中有不同的变化规律。充电时直流内阻总体变化较小,具有较大的稳定性,欧姆内阻在 5%~100% SOC(State of charge 荷电状态)范围内基本上保持不变,极化内阻在充电后期小幅度增加,与欧姆内阻相比,电池极化内阻小得多,因此,电池总内阻大小主要由欧姆内阻决定。与充电过程相

比,电池放电条件下内阻变化规律有较大差异,如图3所示,在5%~90% DOD(depth of discharge 放电深度)范围内,欧姆内阻和极化内阻都保持稳定,电池的总内阻也变化较小,但是在电池放电的末期,电池的极化内阻和欧姆内阻急剧变大。如图2及图3所示,在10%~90% SOC/DOD时,放电内阻和充电内阻基本一致,然而当接近95% SOC/DOD时,放电内阻比充电内阻大得多。尤其是当电池接近完全放电状态时,放电极化内阻远大于充电极化内阻。由锂离子电池直流内阻的上述特性可知,在充电过程中电池的内阻保持一定的稳定性,只是在充电后期极化内阻稍微增加,因此在整个充电过程中,一般满充时刻电池内阻值最大。为此,本发明提出一种逐步逼近的电池内阻估计方法,精确计算电池满充状态下的直流内阻值,并应用内阻压降补偿后的端电压来判断充电是否结束。

[0044] 如图4所示,本发明提供一种锂离子电池快速充电控制方法,所述锂离子电池快速充电控制方法至少包括以下步骤:

[0045] 步骤一 S1:判断电池端电压是否低于第一电压 V_1 ,若电压低于所述第一电压 V_1 则对电池预充电,确保电池端电压不低于所述第一电压 V_1 。

[0046] 在充电启动前实时测量电池端电压,判断是否需要预充电。如果电池端电压低于所述第一电压 V_1 ,则说明电池可能处于过放状态,为了延长电池使用寿命,需要进行小电流预充电使电池端电压不低于所述第一电压 V_1 ,在本实施例中,所述预充电的方法优选为小电流的恒流充电,电流小于所述第一恒流充电、第二恒流充电及第三恒流充电的充电电流。如果电池端电压不低于所述第一电压 V_1 ,则进入下一步。其中,所述第一电压 V_1 为过放保护电压,可根据不同种类电池进行预先设定,例如商用钴酸锂电池的所述过放保护电压 V_1 常设定为 2.8V,磷酸铁锂电池的所述过放保护电压 V_1 常设定为 2.0V。

[0047] 步骤二 S2:对电池进行第一恒流充电,当电压达到第二电压 V_2 时暂停充电,经过第一静置时间 T_1 后电压下降,计算所述第一静置时间 T_1 内电池端电压的下降值,记为第一压降 ΔV_1 。

[0048] 本步骤为快速充电阶段,采用恒流充电方式对电池充电,设定恒定电流为 I_1 ,恒定电流 I_1 的大小需根据电池种类与应用要求确定,如常见 18650 电池可以设置为 1C 倍率充电,而一些功率型动力电池可以进行大电流快速充电。实时测量电池端电压,当电压达到所述第二电压 V_2 时暂停充电,暂停时间设定为所述第一静置时间 T_1 ,并计算所述第一压降 ΔV_1 。其中,所述第二电压 V_2 为过充保护电压,需根据不同种类电池进行设定,例如商用钴酸锂电池的所述过充保护电压 V_2 常设定为 4.2V,磷酸铁锂电池的所述过充保护电压 V_2 常设定为 3.9V。本步骤中只是应用欧姆内阻来初步估计电池内阻大小,因为欧姆内阻具有极快的动态响应特性,所述第一静置时间 T_1 可以设置得非常短,在本实施例中,第一静置时间 T_1 设定在 1 分钟之内。电池停止充电后,电池端电压会立即下降,然后一段时间内继续缓慢下降,前者是由欧姆内阻导致的压降,后者为电池极化内阻带来的压降。所述第一压降 ΔV_1 即为充电最后时刻和所述第一静置时间 T_1 最后时刻的电压差值,主要为欧姆内阻压降。

[0049] 也可以通过其他方式获取所述第一压降 ΔV_1 ,例如,在电池充电初始阶段,根据上电前后瞬间电压差值来计算所述第一压降 ΔV_1 。这种方法对于某些种类锂离子电池可能存在一定的安全性风险,因为有些电池在电池低压或者过放状态时极化内阻压降非常大,可能超过电池满充状态时的直流内阻,此时利用上电前后瞬间电压差值计算得到的所述第一压降 ΔV_1 进行判断电压补偿,可能出现电池过充现象。

[0050] 步骤三 S3 :对电池进行第二恒流充电,当电压达到第三电压 $V_3 = V_2 + \Delta V_1$ 时暂停充电,经过第二静置时间 T_2 后电压下降,计算所述第二静置时间 T_2 内电池端电压下降值,记为第二压降 ΔV_2 。

[0051] 依然以恒流充电方式对电池进行快充,设定恒定电流与所述步骤二 S2 中的恒定电流 I_1 相等。实时测量电池端电压,当电压达到所述第三电压 $V_3 = V_2 + \Delta V_1$ 时暂停充电,暂停时间设定为所述第二静置时间 T_2 ,并计算所述第二压降 ΔV_2 。本步骤中需要应用欧姆内阻和极化内阻共同来精确估计电池内阻大小,所以所述第二静置时间 T_2 必须设置得较长,理论上所述第二静置时间 T_2 越长,充电接近 100% 充电的程度越高,但是所述第二静置时间 T_2 越长,充电速度越慢,实际应用中可根据不同电池种类的电压弛豫曲线设定所述第二静置时间 T_2 ,一般所述第二静置时间 T_2 设定为 1 分钟~10 分钟,例如目前商用钴酸锂电池的所述第二静置时间 T_2 设定为 5 分钟~10 分钟,电池端电压即可基本上保持稳定。所述第二压降 ΔV_2 即为充电最后时刻和所述第二静置时间 T_2 最后时刻的电压差值,主要为欧姆内阻压降和极化内阻压降。

[0052] 此外,可以省去步骤二 S2,直接在本步骤三 S3 中充电至所述第二电压 V_2 后暂停充电,经过所述第二静置时间 T_2 后电压下降,计算所述第二静置时间 T_2 内电压下降值,得到所述第二压降 ΔV_2 ,以所述第二压降 ΔV_2 进行电压补偿。这种方法虽然简化了充电控制过程,但是可能导致电池充电不充分,因为此时电池荷电状态可能并未超过 90% SOC,电池内阻估计时刻过早,其直流内阻与满充时刻相比偏小。

[0053] 步骤四 S4 :对电池进行第三恒流充电,当电压达到第四电压 $V_4 = V_2 + \Delta V_2$ 时充电结束。

[0054] 依然以恒流充电方式对电池进行充电,设定恒定电流与所述步骤二 S2 及步骤三 S3 中的恒定电流 I_1 相等。所述第二压降 ΔV_2 包含欧姆内阻压降和极化内阻压降,能精确反应电池内阻压降,因此所述过充保护电压 V_2 经过所述第二压降 ΔV_2 补偿后的所述第四电压 $V_4 = V_2 + \Delta V_2$ 可作为电池充电结束的精确判断条件,即实时测量电池端电压,当电压达到第四电压 $V_4 = V_2 + \Delta V_2$ 时认为电池满充。

[0055] 可以在步骤四 S4 结束后增加一个恒压充电过程,以进一步提高电池充电容量。以恒定电压对电池充电,当充电电流下降至设定值时结束充电。但是,恒压充电阶段电池容量增加有限,而且可能削弱本发明快速充电的优势。

[0056] 也可以通过静置过程引入第三个甚至更多新的压降测量过程,并根据所述新的压降更新充电的门限电压,以进一步提高电池充电容量。

[0057] 多个实验验证了本发明的锂离子电池快速充电控制方法的有效性和普适性。

[0058] 本发明的锂离子电池快速充电控制方法应用于不同厂商电池的实验结果如下表:

[0059]

表征参数 电池品牌	ΔV_1	ΔV_2	本发明满充后静置电压	CCCV 满充后静置电压
三洋	0.2276	0.2889	4.175	4.176
索尼	0.2609	0.3483	4.201	4.183
LG	0.2204	0.2462	4.188	4.182
三星	0.2539	0.3125	4.202	4.180
ATL	0.1832	0.2245	4.192	4.185

[0060] 分别使用三洋、索尼、LG、三星及ATL等厂家的18650圆柱形锂离子电池进行测试,测试参数分别为本发明的锂离子电池快速充电控制方法中所述第一压降 ΔV_1 的值、所述第二压降 ΔV_2 的值、充电结束并静置10分钟后的电池端电压以及作为比较的恒流恒压充电方法在充电结束并静置10分钟后的电池端电压。由实验结果可知,由本发明的锂离子电池快速充电控制方法所得电池充电容量和恒流恒压充电方法所得电池充电容量非常接近,除三洋外,其他品牌的电池电容量均大于恒流恒压充电方法所得电池充电容量。

[0061] 本发明的锂离子电池快速充电控制方法应用于不同充电电流下的实验结果如下表:

[0062]

表征参数 充电电流	ΔV_1	ΔV_2	本发明满充后静置电压	CCCV 满充后静置电压
0.5A	0.175	0.181	4.202	4.172
1.0A	0.336	0.418	4.188	4.171
1.5A	0.495	0.593	4.178	4.173
2.0A	0.671	0.767	4.189	4.175

[0063] 选取2000mAh的三洋18650锂离子电池进行0.5A、1.0A、1.5A及2A恒定电流条件下进行测试,测试参数分别为本发明的锂离子电池快速充电控制方法中所述第一压降 ΔV_1 的值、所述第二压降 ΔV_2 的值、充电结束并静置10分钟后的电池端电压以及作为比较的恒流恒压充电方法在充电结束并静置10分钟后的电池端电压。由实验结果可知,各恒定电流条件下由本发明的锂离子电池快速充电控制方法所得电池充电容量均大于恒流恒压充电方法所得电池充电容量。

[0064] 另外,在0.5A、1.0A、1.5A及2A恒定电流条件下,将本发明的锂离子电池快速充电控制方法及恒流恒压充电方法在充电时间上做比较。如图5所示,其中恒流恒压充电方法分为恒流阶段和恒压阶段;本发明的锂离子电池快速充电控制方法分为第一阶段和第二阶段,第一阶段包括步骤一S1、步骤二S2及步骤三S3,第二阶段包括步骤四S4。随着恒定电流的增加,对于恒流恒压充电方法充电来说,总充电时间变化很小,虽然充电电流的增加缩短了恒流充电时间,但是相应的充电容量也较小,需要更长的恒压充电过程;而本发明的锂离子电池快速充电控制方法各阶段的充电时间都有所减少,总充电时间近似呈线性下降。

[0065] 本发明利用逐次逼近法估算电池总内阻压降大小,并对充电截止电压进行相应内阻压降补偿,实现了完全恒流充电模式,大大缩短充电时间。

[0066] 此外,本发明不仅可应用于单体电池充电,在专用装置(例如公开号为

US20100261043A1 的专利) 配合下,也可扩展应用于锂离子电池组充电。此时,电池组使用恒流充电模式,电池组配套的管理系统实时监测每个单体电池的端电压,结合专用装置的电池动态可配置功能,应用本发明的电池充电控制方法即可。

[0067] 综上所述,本发明的锂离子电池快速充电控制方法,通过逐步逼近电池真实内阻,精确计算电池满充状态下的直流内阻值,并应用内阻压降补偿后的端电压来判断充电是否结束。本发明避免了传统恒流恒压充电模式中恒压阶段,极大提高了电池充电速度;同时,本发明通过电池内阻由小到大的逐次逼近过程,确保了电池整个充电过程中开路电压低于判断门限值,保证了电池充电的安全性;此外,充电过程中只需实时监测电池端电压,无需其它专用硬件,不增加生产成本。本发明的锂离子电池快速充电控制方法可实现快速安全充电,而且对各种厂商生产的电池具有普适性。所以,本发明有效克服了现有技术中的种种缺点而具高度产业利用价值。

[0068] 上述实施例仅例示性说明本发明的原理及其功效,而非用于限制本发明。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本发明的精神及范畴下,对上述实施例进行修饰或改变。因此,举凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本发明所揭示的精神与技术思想下所完成的一切等效修饰或改变,仍应由本发明的权利要求所涵盖。

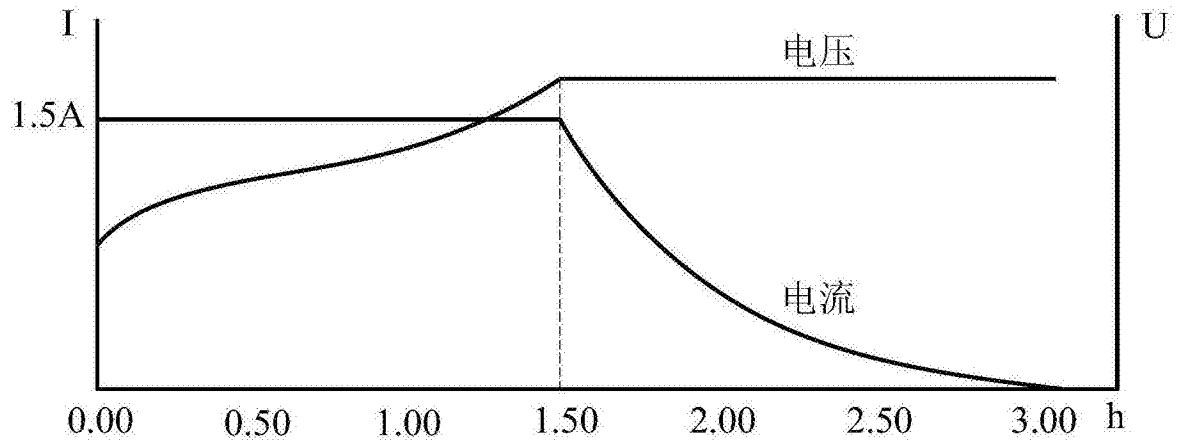


图 1

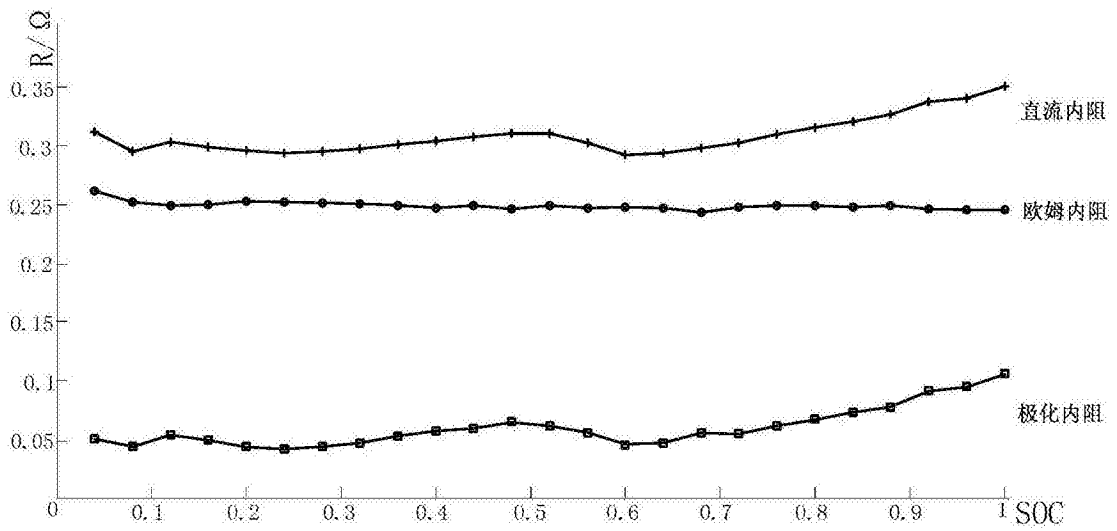


图 2

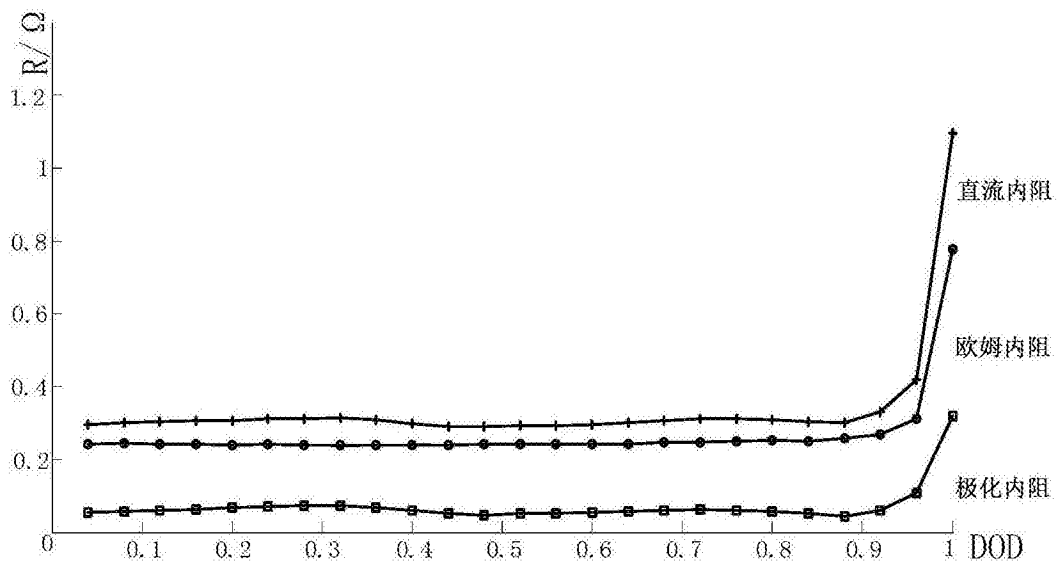


图 3

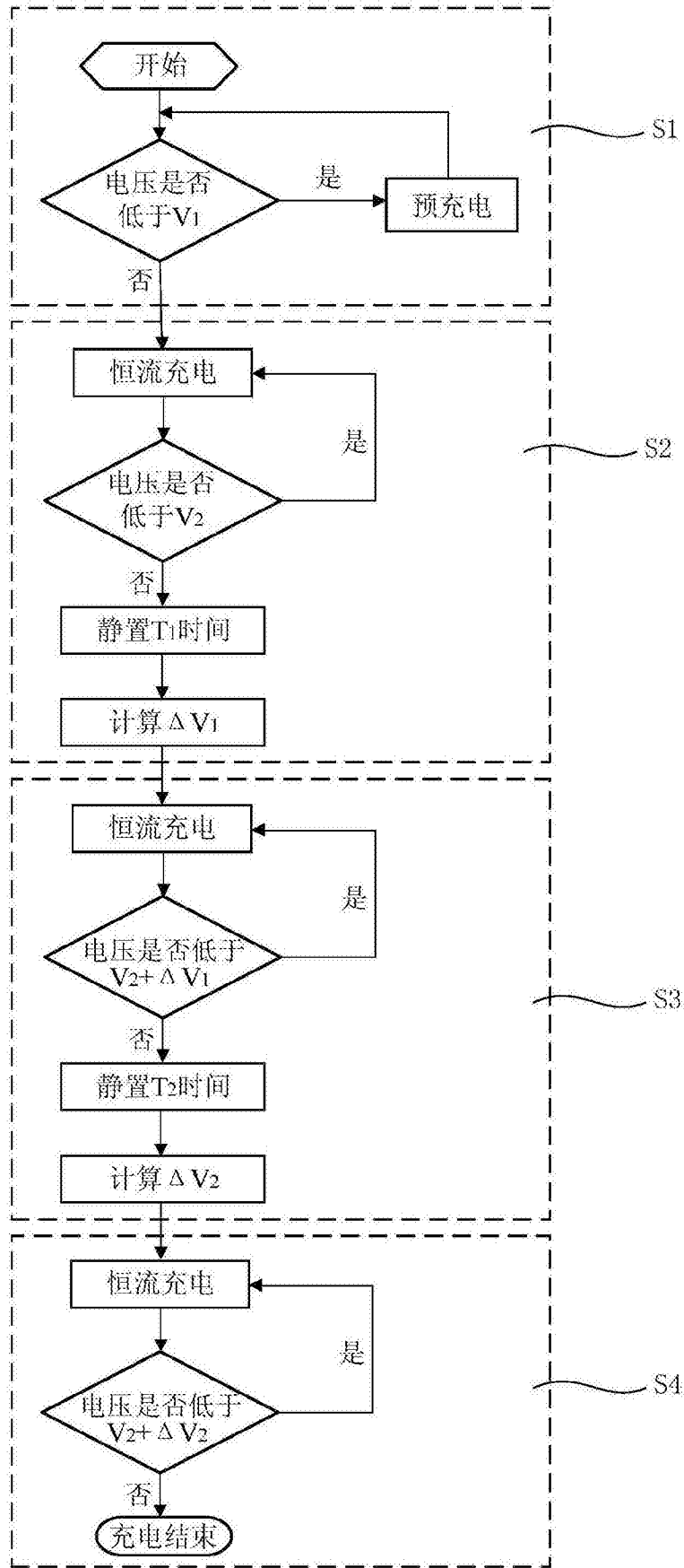


图 4

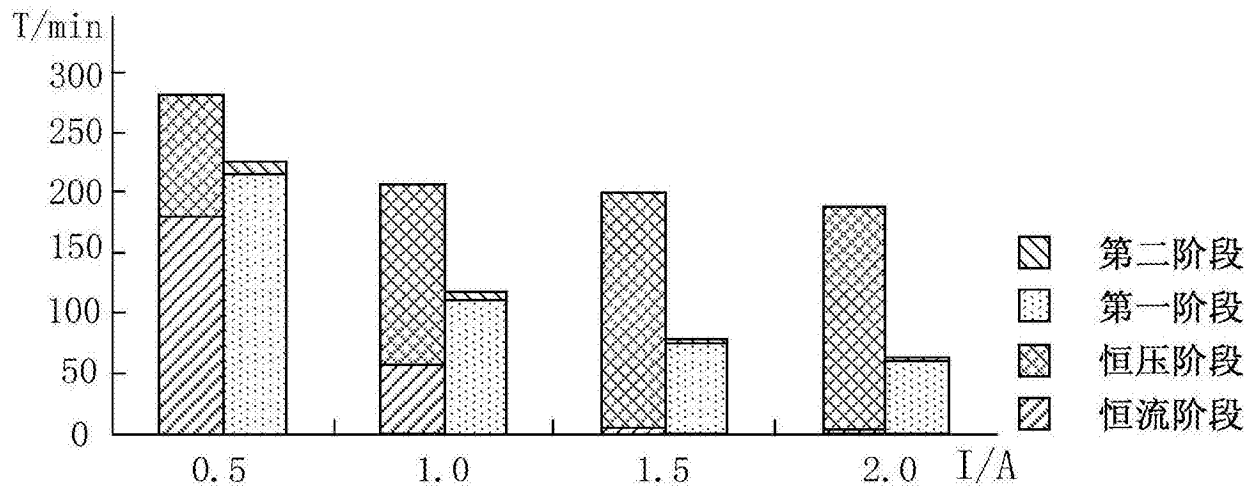


图 5