(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2024 年 10 月 31 日 (31.10.2024)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2024/222091 A1

(51) 国际专利分类号:
H01M 10/44 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2024/073970

(22) 国际申请日: 2024 年 1 月 25 日 (25.01.2024)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202310456445.X 2023年4月25日 (25.04.2023) CN

(71) 申请人: 宁德时代新能源科技股份有限公司 (**CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LIMITED**) [CN/CN]; 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。

(72) 发明人:李茂华(**LI, Maohua**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 沈晓茹(**SHEN, Xiaoru**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 耿慧慧(**GENG, Huihui**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 李伟(**LI, Wei**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 苏育专(**SU, Yuzhuan**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 吴凯(**WU, Kai**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。

(74) 代理人:北京华进京联知识产权代理有限公司 (**ACIP LAW OFFICES**); 中国北京市海淀区知春路7号致真大厦A1403, Beijing 100191 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ,

(54) **Title:** LITHIUM PRECIPITATION WINDOW DETERMINATION METHOD AND APPARATUS, DEVICE, STORAGE MEDIUM, AND PROGRAM PRODUCT

(54) 发明名称: 析锂窗口确定方法、装置、设备、存储介质和程序产品

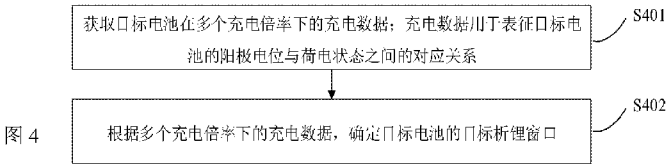


图 4

S401 ACQUIRE CHARGING DATA OF A TARGET BATTERY AT A PLURALITY OF CHARGING RATES, THE CHARGING DATA BEING USED FOR REPRESENTING THE CORRESPONDENCES BETWEEN ANODE POTENTIALS AND THE STATES OF CHARGE OF THE TARGET BATTERY
S402 DETERMINE A TARGET LITHIUM PRECIPITATION WINDOW OF THE TARGET BATTERY ACCORDING TO THE CHARGING DATA AT THE PLURALITY OF CHARGING RATES

(57) **Abstract:** The present application relates to a lithium precipitation window determination method. The method comprises: acquiring charging data of a target battery at a plurality of charging rates; and determining a target lithium precipitation window of the target battery according to the charging data at the plurality of charging rates, wherein the charging data is used for representing the correspondences between anode potentials and states of charge of the target battery. According to the lithium precipitation window determination method provided by embodiments of the present application, corresponding overpotential when lithium deposition occurs in a battery does not need to be measured, only the correspondences between states of charge and anode potentials at a plurality of charging rates need to be obtained, and a target lithium precipitation window is determined according to such correspondence charging data, thereby improving the accuracy of the determined target lithium precipitation window.

(57) 摘要: 本申请涉及一种析锂窗口确定方法，通过获取目标电池在多个充电倍率下的充电数据，根据多个充电倍率下的充电数据，确定目标电池的目标析锂窗口，其中，充电数据用于表征目标电池的阳极电位与荷电状态之间的对应关系。本申请实施例提供的析锂窗口确定方法不需要去测量电池发生析锂时对应的过电位，只需要获取多个充电倍率下的荷电状态与阳极电位之间的对应关系，根据此对应关系的充电数据确定目标析锂窗口，提高了确定出的目标析锂窗口的准确性。

WO 2024/222091 A1

[见续页]

LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:
— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

析锂窗口确定方法、装置、设备、存储介质和程序产品

相关申请

[0001] 本申请引用于 2023 年 04 月 25 日申请的，申请号为 202310456445X，名称为“析锂窗口确定方法、装置、设备、存储介质和程序产品”的中国专利申请的优先权，在此将其全文引入作为参考

技术领域

[0002] 本申请涉及电池技术领域，具体涉及一种析锂窗口确定方法、装置、设备、存储介质和程序产品。

背景技术

[0003] 析锂是锂离子电池的一种损耗状况，锂离子电池析锂后，其寿命会加速衰减，继续使用也会有安全风险。因此如何得到锂离子电池的析锂窗口就尤为重要。

[0004] 相关技术中，通常采用三电极法、光学方法、扫描电子显微镜等成像方法确定电池的析锂窗口，然而，目前获得的电池的析锂窗口的准确性较低。

发明内容

[0005] 基于上述问题，本申请提供一种析锂窗口确定方法、装置、设备、存储介质和程序产品，能够提高得到的电池的析锂窗口的准确性。

[0006] 第一方面，本申请提供了一种析锂窗口确定方法，该方法包括：

[0007] 获取目标电池在多个充电倍率下的充电数据；充电数据用于表征目标电池的阳极电位与荷电状态之间的对应关系；

[0008] 根据多个充电倍率下的充电数据，确定目标电池的目标析锂窗口。

[0009] 本申请实施例的技术方案中，通过获取目标电池在多个充电倍率下的充电数据，根据多个充电倍率下的充电数据，确定目标电池的目标析锂窗口，其中，充电数据用于表征目标电池的阳极电位与荷电状态之间的对应关系。本申请实施例提供的析锂窗口确定方法不需要去测量电池发生析锂时对应的过电位，只需要获取多个充电倍率下的荷电状态与阳极电位之间的对应关系，根据此对应关系的充电数据确定目标析锂窗口，提高了确定出的目标析锂窗口的准确性。

[0010] 在一些实施例中，根据多个充电倍率下的充电数据，确定目标电池的目标析锂窗口，包括：

[0011] 根据多个充电倍率下的充电数据，获取每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差；

[0012] 根据每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差和阳极电位差对应的荷电状态，确定目标电池的目标析锂窗口。

[0013] 本申请实施例的技术方案中，根据多个充电倍率下的充电数据，获取每两个充电倍率下目标电池

的阳极电位差，从而根据每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差和阳极电位差对应的荷电状态，确定目标电池的目标析锂窗口。由于目标析锂窗口对应的充电倍率能够反映目标电池的充电能力，根据每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差和阳极电位差对应的荷电状态，可以确定出目标电池在各充电倍率下的目标析锂窗口，提高了确定出的目标电池在不同充电倍率下的充电能力的准确性，并且目标析锂窗口能够为电池的设计优化和充电策略的制定提供依据。

[0014] 在一些实施例中，根据每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差和阳极电位差对应的荷电状态，确定目标电池的目标析锂窗口，包括：

[0015] 根据每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差和阳极电位差对应的荷电状态，确定每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线；

[0016] 根据每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线，确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口；

[0017] 根据各初始析锂窗口，确定目标电池的目标析锂窗口。

[0018] 本申请实施例的技术方案中，根据每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差和阳极电位差对应的荷电状态，确定每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线，根据每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线，确定各充电倍率对应的初始析锂窗口，根据各初始析锂窗口，确定目标电池的目标析锂窗口。本申请实施例中根据阳极电位变化曲线确定的目标析锂窗口可以得到目标电池在不同荷电状态下的最大充电倍率，从而提高在不同荷电状态下获得的电池的充电能力的准确性。

[0019] 在一些实施例中，根据每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线，确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口，包括：

[0020] 根据每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线，确定各阳极电位变化曲线的阳极电位差的变化趋势；

[0021] 根据各阳极电位变化曲线的阳极电位差的变化趋势，在对应的阳极电位变化曲线上确定目标位置；

[0022] 根据目标位置，确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口。

[0023] 本申请实施例的技术方案中，根据每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线，确定各阳极电位变化曲线的阳极电位差的变化趋势，根据各阳极电位变化曲线的阳极电位差的变化趋势，在对应的阳极电位变化曲线上确定目标位置，从而根据目标位置，确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口。本申请实施例中，由于目标位置是根据阳极电位变化曲线的变化趋势确定的，根据目标位置确定初始析锂窗口，避免了根据所有阳极电位变化曲线的阳极电位差进行确定，简化了确定初始析锂窗口的流程，提高了确定初始析锂窗口的效率。

[0024] 在一些实施例中，根据目标位置，确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口，包括：

[0025] 确定目标位置对应的阳极电位变化曲线上的目标曲线；目标曲线上的荷电状态均小于目标位置处的荷电状态；

[0026] 根据各目标曲线对应的电位差和荷电状态，拟合得到各目标线段；

[0027] 获取多个第一荷电状态对应的第一阳极电位差与第二阳极电位差之间的差异值；第一阳极电位差为第一荷电状态在目标线段上的阳极电位差，第二阳极电位差为第一荷电状态在阳极电位变化曲线上的阳极电位差；

[0028] 根据各第一荷电状态对应的差异值，确定阳极电位变化曲线对应的充电倍率下目标电池的初始析锂窗口。

[0029] 本申请实施例的技术方案中，通过确定目标位置对应的阳极电位变化曲线上的目标曲线，根据各目标曲线对应的阳极电位差和荷电状态，拟合得到各目标线段 ，进而获取多个第一荷电状态对应的目标线段上的阳极电位差与阳极电位变化曲线上的阳极电位差之间的差异值，根据各第一荷电状态对应的差异值，确定阳极电位变化曲线对应的充电倍率下目标电池的初始析锂窗口。由于通过差异值即可确定初始析锂窗口，因此，该方法实现较简单，能够提高得到初始析锂窗口的效率。

[0030] 在一些实施例中，根据各第一荷电状态对应的差异值，确定阳极电位变化曲线对应的充电倍率下目标电池的初始析锂窗口，包括：

[0031] 若多个连续的第一荷电状态对应的差异值均大于或等于预设差异值，则将多个连续的第一荷电状态中的最小荷电状态确定为各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口。

[0032] 本申请实施例的技术方案中，若多个连续的第一荷电状态对应的差异值均大于或等于预设差异值，则将多个连续的第一荷电状态中的最小荷电状态确定为各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口。通过多个连续的第一荷电状态对应的差异值与预设差异值之间关系确定初始析锂窗口，避免了单个阳极电位差确定初始析锂窗口时带来的不准确问题，提高了确定初始析锂窗口的准确性。

[0033] 在一些实施例中，根据每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线，确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口，包括：

[0034] 对每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线进行微分处理得到各微分曲线；

[0035] 根据各微分曲线，确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口。

[0036] 本申请实施例的技术方案中，通过对每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线进行微分处理得到各微分曲线，根据各微分曲线，确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口。本申请实施例中通过微分的方式可以更加准确的获得阳极电位变化曲线的变化规律，提高确定的初始析锂窗口的准确性。

[0037] 在一些实施例中，每两个充电倍率包括第一充电倍率和第二充电倍率，第一充电倍率大于第二充电倍率，第一充电倍率与第二充电倍率之间的比值小于或等于预设阈值。

[0038] 本申请实施例的技术方案中，每两个充电倍率包括第一充电倍率和第二充电倍率，第一充电倍率大于第二充电倍率，第一充电倍率与第二充电倍率之间的比值小于或等于预设阈值。通过对第一充电倍率与第二充电倍率之间的比值的范围进行限定，可以提高确定的目标析锂窗口的准确性。

[0039] 第二方面，本申请还提供了一种析锂窗口确定装置，该装置包括：

[0040] 获取模块，用于获取目标电池在多个充电倍率下的充电数据；充电数据用于表征目标电池的阳极电位与荷电状态之间的对应关系；

[0041] 确定模块，用于根据多个充电倍率下的充电数据，确定目标电池的目标析锂窗口。

[0042] 第三方面，本申请还提供了一种计算机设备，计算机设备包括存储器和处理器，存储器存储有计算机程序，处理器执行计算机程序时实现上述第一方面的任一步骤。

[0043] 第四方面，本申请还提供了一种计算机可读存储介质。计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，计算机程序被处理器执行时实现上述第一方面的任一步骤。

[0044] 第五方面，本申请还提供了一种计算机程序产品，计算机程序产品，包括计算机程序，该计算机程序被处理器执行时实现上述第一方面的任一步骤。

附图说明

[0045] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案，下面将对本申请实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面所描述的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据附图获得其他的附图。

[0046] 通过阅读对下文可选实施方式的详细描述，各种其他的优点和益处对于本领域普通技术人员将变得清楚明了。附图仅用于示出可选实施方式的目的，而并不认为是对本申请的限制。而且在全部附图中，用相同的附图标号表示相同的部件。在附图中：

[0047] 图 1 是本申请实施例提供的一种析锂窗口确定方法的原理示意图；

[0048] 图 2 是本申请实施例提供的另一种析锂窗口确定方法的原理示意图；

[0049] 图 3 为本申请实施例提供的一种析锂窗口确定方法的应用环境图；

[0050] 图 4 是本申请实施例提供的一种析锂窗口确定方法的流程示意图；

[0051] 图 5 是本申请实施例提供的一种阳极电位曲线示意图；

[0052] 图 6 是本申请实施例提供的一种目标析锂窗口确定方法的流程示意图；

[0053] 图 7 是本申请实施例提供的另一种目标析锂窗口确定方法的流程示意图；

[0054] 图 8 是本申请实施例提供的一种阳极电位变化曲线示意图；

[0055] 图 9 是本申请实施例提供的一种目标析锂窗口示意图；

[0056] 图 10 是本申请实施例提供的一种确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口的流程示意图；

[0057] 图 11 是本申请实施例提供的另一种确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口的流程示意图；

[0058] 图 12 是本申请实施例提供的另一种阳极电位变化曲线示意图；

[0059] 图 13 是本申请实施例提供的又一种确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口的流程示意图；

[0060] 图 14 是本申请实施例提供的一种析锂窗口确定装置的结构框图；

[0061] 图 15 是本申请一实施例的计算机设备的内部结构图。

具体实施方式

[0062] 下面将结合附图对本申请技术方案的实施例进行详细的描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本申请的技术方案，因此只作为示例，而不能以此来限制本申请的保护范围。

[0063] 除非另有定义，本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本申请的技术领域的技术人员通常理解的含义相同；本文中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的，不是旨在于限制本申请；本申请的说明书和权利要求书及上述附图说明中的术语“包括”和“具有”以及它们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含。

[0064] 在本申请实施例的描述中，技术术语“第一”“第二”等仅用于区别不同对象，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量、特定顺序或主次关系。在本申请实施例的描述中，“多个”的含义是两个以上，除非另有明确具体的限定。

[0065] 在本文中提及“实施例”意味着，结合实施例描述的特定特征、结构或特性可以包含在本申请的至少一个实施例中。在说明书中的各个位置出现该短语并不一定均是指相同的实施例，也不是与其它实施例互斥的独立的或备选的实施例。本领域技术人员显式地和隐式地理解的是，本文所描述的实施例可以与其它实施例相结合。

[0066] 在本申请实施例的描述中，术语“和/或”仅仅是一种描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如 A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 这三种情况。另外，本文中字符“/”，一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

[0067] 在本申请实施例的描述中，术语“多个”指的是两个以上（包括两个），同理，“多组”指的是两组以上（包括两组），“多片”指的是两片以上（包括两片）。

[0068] 在本申请实施例的描述中，除非另有明确的规定和限定，技术术语“安装”“相连”“连接”“固定”等术语应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或成一体；也可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本申请实施例中的具体含义。

[0069] 析锂是锂离子电池的一种损耗状况，锂离子电池析锂后，其寿命会加速衰减，继续使用也会有安全风险。因此如何得到锂离子电池的析锂窗口就尤为重要。

[0070] 相关技术中，通常采用三电极法、光学方法、扫描电子显微镜等成像方法确定电池的析锂窗口，基于电化学阻抗谱、直流阻抗的阻抗类方法、高精度库伦效率测试、电池膨胀力或厚度测试、超声波成像、充电电压驰豫（如电压/时间（dV/dt））、热分析、中子成像等方法。由于上述方法在充电过程中存在极化，极化使得析锂存在过电位，然而，目前没有任何方法能准确测量过电位，导致获得的电池的析锂窗口的准确性较低。例如三电极方法：通常以热力学析锂电位（如果用锂三电极，电位为 0 毫伏（mV））来

判断析锂，由于充电过程中存在欧姆极化、扩散导致的极化、电化学极化，这些极化使得析锂存在过电位，且这个过电位与电池设计、测试温度等密切相关，目前没有任何方法能准确测量过电位，因此无法获得电池真实的析锂窗口。或者采用热力学析锂电位（即认为过电位为0）判定电池的析锂窗口，但得到的析锂窗口的结果偏低。由于低温下极化增大，过电位大，析锂窗口的结果更偏低。

[0071] 为了提高析锂窗口的准确性，在本申请实施例中，基于多个充电倍率下的阳极电位与荷电状态之间的对应关系，确定目标析锂窗口。为了更清楚的介绍本申请实施例，在此结合图1和图2对本申请实施例基于的技术原理进行说明，图1和图2是本申请实施例提供的析锂窗口确定方法的原理示意图。

[0072] 在对电池进行恒流充电过程中，当电池不发生析锂时，电流与过电位的关系为I=η/R1，可知充电电流I完全由石墨嵌锂贡献。其中，η为过电位，R1为阻抗。阳极电位E可以通过充放电机测量出来，即电池的负极极柱与参比电极之间的电位关系可以表示为：E=E负极极柱-E参比电极。

[0073] 根据电化学理论可以推导出 $E = I*R_1 - (RT/nF)*\ln(C_1/C_2) + E^{\theta}_{LiCx/Li}$，其中，I为充电电流，C1为三电极附近锂离子浓度，C2为负极表面锂离子浓度，$E^{\theta}_{LiCx/Li}$为锂碳化合物的标准电极电势，R为理想气体常数，R等于8.31441焦耳每摩尔开尔文（J/（K*mol））， T为电池温度，n为电极反应中电子转移数，F为法拉第常数，F等于96.487千焦每摩尔平衡电压（kJ/（V*mol））。经过实际测量可知，阻抗R1的变化随荷电状态的变化比较小，可以近似认为R1为常数。

[0074] 而且，对于恒流充电过程，可以快速建立稳态扩散，锂离子浓度分布不随时间发生变化，即C1和C2不随荷电状态而发生改变，因此 $(RT/nF)*\ln(C_1/C_2)$ 可以视为常数。因此E可以简化为 $E = I*k + C + E^{\theta}_{LiCx/Li}$，其中k和C均为常数。因此，将两个不同倍率的阳极电位进行相减时，可得阳极电位差 $\Delta E = \Delta I*k$，即ΔE为常数。也就是说，将荷电状态与荷电状态对应的阳极电位差表现为曲线形式时，在电池不析锂的情况下，两个充电倍率的阳极电极曲线体现为“纵向平移”，“纵向平移”指两个充电倍率的阳极电位进行相减，在任何一个荷电状态下得到的阳极电位差值均相等。为了更清楚的介绍“纵向平移”，在此结合图1进行说明，阳极电位曲线101、阳极电位曲线102和阳极电位曲线103分别表示为倍率依次增加的三条阳极电位曲线示意图。由于未析锂，阳极电位曲线101和阳极电位曲线102体现为“纵向平移”，根据阳极电位曲线101和阳极电位曲线102得到的ΔE为常数，ΔE在任何荷电状态(state of charge，SOC）下均未发生变化。

[0075] 在恒流充电过程中，电池在某个荷电状态下发生析锂时，充电电流包括石墨嵌锂电流和析锂电流，由于恒流充电电流不变，则石墨嵌锂的电流减小，阳极电位相对“平移曲线”发生偏离，导致ΔE减小。继续以上述图1为例，包括阳极电位曲线103和阳极电位曲线104，阳极电位曲线103为不发生析锂的情况下的阳极电位曲线，即“平移曲线”，阳极电位曲线104为发生析锂后电池实际的阳极电位曲线。由于阳极电位曲线103发生偏离得到实际的阳极电位曲线104，阳极电位曲线104与阳极电位曲线101之间的ΔE相比于阳极电位曲线103与阳极电位曲线101之间的ΔE减小，因此可以根据ΔE减小时对应的荷电状态确定析

锂窗口。

[0076] 为了进一步对根据ΔE 减小时对应的荷电状态确定出的析锂窗口的准确性进行验证，结合图 2 进行介绍，图 2 是本申请实施例提供的另一种析锂窗口确定方法的原理示意图，阳极电位差曲线 201 为阳极电位曲线 104 和阳极电位曲线 101 在理想情况下的阳极电位差曲线，阳极电位差曲线 202 为阳极电位曲线 104 和阳极电位曲线 101 在实际情况下的阳极电位差曲线。

[0077] 由图 2 可知，理想情况对应的阳极电位差曲线 201 上的荷电状态低于析锂起始 SOC 的情况下，阳极电位曲线 104 与阳极电位曲线 101 之间的ΔE 为常数；实际情况对应的阳极电位差曲线 202 上的荷电状态低于析锂起始 SOC 的情况下，阳极电位曲线 104 与阳极电位曲线 101 之间的ΔE 呈上升趋势。理想情况对应的阳极电位差曲线 201 上的在荷电状态高于析锂起始 SOC 的情况下，阳极电位曲线 104 与阳极电位曲线 101 之间的ΔE 呈下降趋势，同样地，实际情况对应的阳极电位差曲线 202 上的荷电状态高于析锂起始 SOC 的情况下，阳极电位曲线 104 与阳极电位曲线 101 之间的ΔE 也呈下降趋势。

[0078] 基于以上技术原理，因此可以根据多个充电倍率下的荷电状态与阳极电位之间的对应关系，确定析锂窗口，无需测量电池发生析锂时对应的过电位，从而提高了确定出的目标析锂窗口的准确性。

[0079] 本申请提供了一种析锂窗口确定方法，可以应用于如图 3 所示的应用环境中。图 3 为本申请实施例提供的一种析锂窗口确定方法的应用环境图，该应用环境包括一种计算机设备，该计算机设备可以是服务器，其内部结构图可以如图 3 所示。该计算机设备包括通过系统总线连接的处理器、存储器和网络接口。其中，该计算机设备的处理器用于提供计算和控制能力。该计算机设备的存储器包括非易失性存储介质和内存储器。该非易失性存储介质存储有操作系统、计算机程序和数据库。该内存储器为非易失性存储介质中的操作系统和计算机程序的运行提供环境。该计算机设备的数据库用于存储电池析锂窗口的有关数据。该计算机设备的网络接口用于与外部的终端通过网络连接通信。该计算机程序被处理器执行时以实现一种析锂窗口确定方法。

[0080] 根据本申请的一些实施例，参照图 4，图 4 是本申请实施例提供的一种析锂窗口确定方法的流程示意图，该方法应用于如图 3 所示的计算机设备，该方法可以包括以下步骤：

[0081] S401、获取目标电池在多个充电倍率下的充电数据；充电数据用于表征目标电池的阳极电位与荷电状态之间的对应关系。

[0082] 在本申请实施例中，采用内置三电极的目标电池，进行不同充电倍率的充电测试，获得在充电过程阳极电位与荷电状态之间的对应关系。其中，目标电池可以为不同型号的电池。

[0083] 充电倍率可以为 0.5C、1.2C 等，在确定充电倍率的时候，美两个充电倍率之间的间隔可以一样，也可以不一样。例如，可以按照间隔为 0.5C 确定预设充电倍率，也可以第一个预设充电倍率和第二个预设充电倍率之间的间隔为 0.5C，第二个预设充电倍率和第三个预设充电倍率之间的间隔为 0.8C。

[0084] 在一实施例中，获取目标电池在多个充电倍率下的充电数据，该充电数据可以是荷电状态与阳极电位之间的曲线形式的对应关系，也可以是列表形式的对应关系，如图 6 所示，图 6 是本申请实施例提供的一种阳极电位曲线图，阳极电位曲线图采用曲线形式的对应关系将荷电状态与阳极电位之间的对应关系

进行了展示。

[0085] 在一些可能的实现方式中，可以实时获取目标电池在充电过程中的荷电状态与阳极电位之间的对应关系，即在对目标电池进行充电的过程中，获取目标电池在充电过程中的荷电状态与阳极电位之间的对应关系。也可以是一次性获取目标电池在充电过程中的荷电状态与阳极电位之间的对应关系，即目标电池在充电过程中的荷电状态与阳极电位之间的对应关系已经预先存储，计算机设备在获取到用户触发的操作指令后，根据操作指令获取目标电池在充电过程中的荷电状态与阳极电位之间的对应关系。

[0086] S402、根据多个充电倍率下的充电数据，确定目标电池的目标析锂窗口。

[0087] 充电倍率的个数可以为大于预设阈值，以获取较多的充电数据，从而基于较多的充电数据，确定目标电池的目标析锂窗口。例如，最小的充电倍率设置为 1C，最大的充电倍率设置为 3.5C，两个相邻的充电倍率之间的间隔设置为 0.05C，得到 51 个充电倍率下的充电数据，可以将任意两个充电倍率下的充电数据作为一组充电数据，并确定各组充电数据对应的析锂起始 SOC，即得到 50 个充电倍率下的析锂起始 SOC，将该 50 个充电倍率下的析锂起始 SOC 作为目标电池的目标析锂窗口。需要说明的是，本实施例仅进行了示例性介绍，充电倍率的个数可以根据实际需求设置，本实施例对此不进行限定。

[0088] 本申请实施例提供的析锂窗口确定方法，通过获取目标电池在多个充电倍率下的充电数据，根据多个充电倍率下的充电数据，确定目标电池的目标析锂窗口，其中，充电数据用于表征目标电池的阳极电位与荷电状态之间的对应关系。本申请实施例提供的析锂窗口确定方法不需要去测量电池发生析锂时对应的过电位，只需要获取多个充电倍率下的荷电状态与阳极电位之间的对应关系，根据此对应关系的充电数据确定目标析锂窗口，提高了确定出的目标析锂窗口的准确性。

[0089] 根据本申请的一些实施例，参照图 6，图 6 是本申请实施例提供的一种目标析锂窗口确定方法的流程示意图，本申请实施例涉及的是如何根据多个充电倍率下的充电数据，确定目标电池的目标析锂窗口的一种可能的实现方式，在上述实施例的基础上，上述的 S302 可以包括以下步骤：

[0090] S601、根据多个充电倍率下的充电数据，获取每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差。

[0091] 在一实施例中，每两个充电倍率可以是任意两个充电倍率，也可以是相邻的两个充电倍率。

[0092] 在本申请实施例中，将每两个充电倍率下同一荷电状态对应的阳极电位进行相减，得到阳极电位差。在对阳极电位进行相减时，可以是利用每两个充电倍率中的低倍率的阳极电位减去高倍率的阳极电位，得到同一荷电状态下目标电池的阳极电位差。

[0093] S602、根据每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差和阳极电位差对应的荷电状态，确定目标电池的目标析锂窗口。

[0094] 在本申请实施例中，在同一预设温度下，根据每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差和阳极电位差对应的荷电状态，确定阳极电位差开始减小时对应的荷电状态。为了便于介绍，将得到的阳极电位差对应的每两个充电倍率作为一组充电倍率，根据一组充电倍率对应的阳极电位差开始减小时对应的荷电状态，可以确定目标电池在该组充电倍率中较大的充电倍率对应的初始析锂窗口。进而根据得到的该预设温度下多组充电倍率中较大的充电倍率对应的初始析锂窗口，得到目标析锂窗口。

[0095] 本申请实施例的技术方案中，根据多个充电倍率下的充电数据，获取每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差，从而根据每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差和阳极电位差对应的荷电状态，确定目标电池的目标析锂窗口。由于目标析锂窗口对应的充电倍率能够反映目标电池的充电能力，根据每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差和阳极电位差对应的荷电状态，可以确定出目标电池在各充电倍率下目标电池的目标析锂窗口，提高了确定出的目标电池在不同充电倍率下的充电能力的准确性，并且目标析锂窗口能够为电池的设计优化和充电策略的制定提供依据。

[0096] 根据本申请的一些实施例，参照图 7，图 7 是本申请实施例提供的另一种目标析锂窗口确定方法的流程示意图，本申请实施例涉及的是如何根据每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差和阳极电位差对应的荷电状态，确定目标电池的目标析锂窗口的一种可能的实现方式，在上述实施例的基础上，上述的 S602 可以包括以下步骤：

[0097] S701、根据每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差和阳极电位差对应的荷电状态，确定每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线。

[0098] 在本申请实施例中，以每两个充电倍率作为一组充电倍率，该组充电倍率对应的阳极电位变化曲线可以通过以下两种方式实现：

[0099] 方式一：采用同一荷电状态对应的第一阳极电位减去第二阳极电位，得到该荷电状态对应的阳极电位差，根据各荷电状态对应的阳极电位差以及各荷电状态，得到该组充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线，其中，第一阳极电位为一组充电倍率中低倍率的阳极电位曲线上的阳极电位，第二阳极电位为该组充电倍率中高倍率的阳极电位曲线上的阳极电位。如图 8 所示，图 8 是本申请实施例提供的一种阳极电位变化曲线示意图，将 1.4C 充电倍率和 1.5C 充电倍率作为组 A，得到在组 A 的情况下，目标电池对应的阳极电位变化曲线 801；将 1.5C 充电倍率和 1.8C 充电倍率作为组 B，得到在组 B 的情况下，目标电池对应的阳极电位变化曲线 802；将 1.8C 充电倍率和 2.2C 充电倍率作为组 C，得到在组 C 的情况下，目标电池对应的阳极电位变化曲线 803；将 2.2C 充电倍率和 2.5C 充电倍率作为组 D，得到在组 D 的情况下，目标电池对应的阳极电位变化曲线 804；将 2.5C 充电倍率和 2.8C 充电倍率作为组 E，得到在组 E 的情况下，目标电池对应的阳极电位变化曲线 805；将 2.8C 充电倍率和 3C 充电倍率作为组 F，得到在组 F 的情况下，目标电池对应的阳极电位变化曲线 806。

[00100] 方式二：采用同一荷电状态对应的第一阳极电位减去低倍率的阳极电位曲线上的第二阳极电位，得到该荷电状态对应的阳极电位差，根据各荷电状态对应的阳极电位差以及各荷电状态，得到该组充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线，其中，第一阳极电位为一组充电倍率中高倍率的阳极电位曲线上的阳极电位，第二阳极电位为该组充电倍率中低倍率的阳极电位曲线上的阳极电位。需要说明的是，当采用同组充电倍率确定阳极电位变化曲线时，采用方式一得到的阳极电位变化曲线与采用方式二得到的阳极电位变化曲线关于横轴荷电状态对称。

[00101] S702、根据每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线，确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口。

[00102] 在本申请实施例中，结合上述实施例 S701 中的方式一确定的阳极电位变化曲线进行介绍，将每两个充电倍率作为一组充电倍率，在该组充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线上，根据荷电状态从大至小的方向，执行如下操作过程，以确定该组充电倍率中较大的充电倍率下目标电池的初始析锂窗口。

[00103] 比较当前荷电状态对应的第一阳极电位差与第一荷电状态对应的第二阳极电位差之间的大小，若第一阳极电位差小于第二阳极电位差，则将第一荷电状态作为新的当前荷电状态，并将该新的当前荷电状态的前一荷电状态作为第一荷电状态，并返回执行比较新的当前荷电状态对应的第一阳极电位差与第一荷电状态对应的第二阳极电位差之间的大小的步骤，直至新的当前荷电状态对应的阳极电位差大于或等于第一荷电状态对应的阳极电位差为止，并将新的当前荷电状态作为该充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口，其中，当前荷电状态大于第一荷电状态。

[00104] 例如，90%荷电状态的阳极电位差为 0.002V，89%荷电状态的阳极电位差为 0.0021V，则继续比较 89%荷电状态的阳极电位差与 88%荷电状态的阳极电位差，直至在 70%荷电状态时，70%荷电状态对应的阳极电位差大于 69%荷电状态对应的阳极电位差，则将 70%荷电状态作为该充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口。

[00105] 若存在多个当前荷电状态对应的阳极电位差等于第一荷电状态对应的阳极电位差，则将多个连续的当前荷电状态中的最小的荷电状态作为该组中较大充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口。例如，在 70%荷电状态时，70%荷电状态对应的阳极电位差等于 69%荷电状态对应的阳极电位差，69%荷电状态对应的阳极电位差等于 68%荷电状态对应的阳极电位差，68%荷电状态对应的阳极电位差大于 67%荷电状态对应的阳极电位差，则将 68%荷电状态作为该充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口。

[00106] 在一些可能的实现方式中，还可以根据荷电状态从大至小的方向，计算阳极电位变化曲线上的各阳极电位差的微分，根据微分的结果确定初始析锂窗口。

[00107] 需要说明的是，当根据同组充电倍率确定的阳极电位变化曲线确定初始析锂窗口时，都是确定的该组充电倍率中较大的充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口。

[00108] S703、根据各初始析锂窗口，确定目标电池的目标析锂窗口。

[00109] 在本申请实施例中，可以对各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口、充电倍率进行拟合，得到目标电池的目标析锂窗口。还可以在获得所有充电倍率下目标电池的初始析锂窗口后，对各初始析锂窗口进行连接，得到目标电池的目标析锂窗口。例如，各充电倍率与初始析锂窗口的对应关系如表 1 所示，对表 1 中的各充电倍率与各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口进行拟合，得到目标析锂窗口，结果如图 9 所示。

[00110] 表 1

充电倍率/C	1.5	1.8	2.2	2.5	2.8	3
初始析锂窗口/SOC	76%	70%	64%	59%	54%	52%

[00111] 本申请实施例的技术方案中，根据每两个充电倍率下目标电池之间的阳极电位差和阳极电位差对应的荷电状态，确定每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线，根据每两个充电倍率下目标电

池对应的阳极电位变化曲线，确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口，根据各初始析锂窗口，确定目标电池的目标析锂窗口。本申请实施例中根据阳极电位变化曲线确定的目标析锂窗口可以得到目标电池在不同荷电状态下的最大充电倍率，从而提高在不同荷电状态下获得的电池的充电能力的准确性。

[00112] 根据本申请的一些实施例，参照图 10，图 10 是本申请实施例提供的一种确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口的流程示意图，本申请实施例涉及的是如何根据每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线，确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口的一种可能的实现方式。在上述实施例的基础上，上述的 S702 可以包括以下步骤：

[00113] S1001、根据每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线，确定各阳极电位变化曲线的阳极电位差的变化趋势。

[00114] 在本申请实施例中，继续以 S701 中的方式一确定的阳极电位变化曲线确定各阳极电位变化曲线的阳极电位差的变化趋势。可以将阳极电位变化曲线对应的各荷电状态所在区间进行分段，得到多个荷电状态片段。对于各荷电状态片段，从最大的荷电状态对应的阳极电位差开始，依次确定各荷电状态对应的阳极电位差的大小，进而根据各荷电状态对应的阳极电位差的大小，确定荷电状态片段的阳极电位差的变化趋势。例如，依次确定荷电状态为 95%荷电状态-100%荷电状态对应的阳极电位差的变化趋势，荷电状态为 90%荷电状态-95%荷电状态对应的阳极电位差的变化趋势，荷电状态为 85%荷电状态-90%荷电状态对应的阳极电位差的变化趋势。

[00115] 在一些可能的实现方式中，可以通过计算斜率的方式，确定阳极电位变化曲线的阳极电位差的变化趋势；例如，98%荷电状态对应的阳极电位差为 0.8，100%荷电状态对应的阳极电位差为 0.5，则 98%荷电状态-100%荷电状态的阳极电位差的变化趋势为斜率为-0.06 的下降趋势。

[00116] 也可以采用逐点比较阳极电位差的方式，确定阳极电位变化曲线的阳极电位差的变化趋势。例如，95%荷电状态对应的阳极电位差为 0.8，96%荷电状态对应的阳极电位差为 0.77，97%荷电状态对应的阳极电位差为 0.7，98%荷电状态对应的阳极电位差为 0.65，99%荷电状态对应的阳极电位差为 0.6，100%荷电状态对应的阳极电位差为 0.5，则 95%荷电状态-100%荷电状态的阳极电位差的变化趋势为下降趋势。

[00117] S1002、根据各阳极电位变化曲线的阳极电位差的变化趋势，在对应的阳极电位变化曲线上确定目标位置。

[00118] 在本申请实施例中，根据上述计算的变化趋势，确定出变化趋势由上升趋势转化为下降趋势对应的曲线，在该曲线对应的荷电状态中确定目标位置。例如，根据上述计算斜率的方式确定出在不同荷电状态对应的变化趋势，若 80%荷电状态-83%荷电状态对应的斜率为 0.5，83%荷电状态-85%荷电状态对应的斜率为 0.7，85%荷电状态-90%荷电状态对应的斜率为-0.5，90%荷电状态-100%荷电状态对应的斜率为-0.4，则上升趋势转化为下降趋势对应的曲线为 83%荷电状态-90%荷电状态对应的阳极电位变化曲线，则可以将 85%荷电状态作为目标位置。

[00119] S1003、根据目标位置，确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口。

[00120] 在本申请实施例中，目标位置已经确定了阳极电位变化曲线下降的大概位置，可以在目标位置对

应的阳极电位变化曲线上，采用微分的方式，确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口。或者逐点比较目标位置对应的阳极电位变化曲线上，各阳极电位差的大小，从而确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口。

[00121] 本申请实施例的技术方案中，根据每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线，确定各阳极电位变化曲线的阳极电位差的变化趋势，根据各阳极电位变化曲线的阳极电位差的变化趋势，在对应的阳极电位变化曲线上确定目标位置，从而根据目标位置，确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口。本申请实施例中，由于目标位置是根据阳极电位变化曲线的变化趋势确定的，根据目标位置确定初始析锂窗口，避免了根据所有阳极电位变化曲线的阳极电位差进行确定，简化了确定初始析锂窗口的流程，提高了初始析锂窗口的确定效率。

[00122] 根据本申请的一些实施例，参照图 11，图 11 是本申请实施例提供的另一种确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口的流程示意图，本申请实施例涉及的是如何根据目标位置，确定各充电倍率对应的初始析锂窗口的一种可能的实现方式，在上述实施例的基础上，上述的 S903 可以包括以下步骤：

[00123] S1101、确定目标位置对应的阳极电位变化曲线上的目标曲线；目标曲线上的荷电状态均小于目标位置处的荷电状态。

[00124] 在本申请实施例中，继续以 S701 中的方式一确定的阳极电位变化曲线为例，将荷电状态均小于目标位置处的荷电状态对应的多个阳极电位差确定为目标曲线。例如，目标位置为 90%荷电状态，则可以将 80%荷电状态-89%荷电状态对应的阳极电位差曲线作为目标曲线，也可以是 70%荷电状态-85%荷电状态对应的阳极电位差曲线作为目标曲线。

[00125] 需要说明的是，目标曲线的荷电状态小于目标位置处的荷电状态，且目标曲线的荷电状态距离目标位置越近的情况下，确定的目标曲线更加准确。

[00126] S1102、根据各目标曲线对应的阳极电位差和荷电状态，拟合得到各目标线段。

[00127] 在本申请实施例中，对目标曲线对应的阳极电位差和荷电状态进行拟合，得到目标线段，如图 12 所示，图 12 是本申请实施例提供的另一种阳极电位变化曲线示意图，图 12 中的虚线即为根据目标曲线对应的阳极电位差和荷电状态，得到的目标线段。例如，可以采用最小二乘法、解析表达式逼近离散数据的方法等拟合方法。

[00128] S1103、获取多个第一荷电状态对应的第一阳极电位差与第二阳极电位差之间的差异值；第一阳极电位差为第一荷电状态在目标线段上的阳极电位差，第二阳极电位差为第一荷电状态在阳极电位变化曲线上的阳极电位差。

[00129] 在本申请实施例中，在多个第一荷电状态下，确定第一阳极电位差和第二阳极电位差之间的差异值。例如，第一荷电状态为 10%荷电状态-15%荷电状态，第一荷电状态为 10%荷电状态，第一阳极电位差为 0.2，第二阳极电位差为 0.19，则 10%荷电状态对应的差异值为 0.01；第一荷电状态为 11%荷电状态，第一阳极电位差为 0.2，第二阳极电位差为 0.21，则 10%荷电状态对应的差异值为-0.01。

[00130] 根据上述方式依次分别得到多个第一荷电状态对应的第一阳极电位差与第二阳极电位差之间的

差异值。

[00131] S1104、根据各第一荷电状态对应的差异值，确定阳极电位变化曲线对应的充电倍率下目标电池的初始析锂窗口。

[00132] 在本申请实施例中，若充电倍率下的多个第一荷电状态对应的差异值均大于预设差异值，则可以将多个第一荷电状态中最小的荷电状态作为充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口，或者，将多个第一荷电状态中的其他荷电状态作为充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口。

[00133] 本申请实施例的技术方案中，通过确定目标位置对应的阳极电位变化曲线上的目标曲线，根据各目标曲线对应的阳极电位差和荷电状态，拟合得到各目标线段，进而获取目标线段上的阳极电位差与阳极电位变化曲线上的阳极电位差之间的差异值，根据各差异值确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口。由于通过差异值即可确定初始析锂窗口，因此，该方法实现较简单，能够提高得到初始析锂窗口的效率。

[00134] 根据本申请的一些实施例，本申请实施例涉及的是如何根据各第一荷电状态对应的差异值，确定阳极电位变化曲线对应的充电倍率下目标电池的初始析锂窗口的一种可能的实现方式，在上述实施例的基础上，上述的 S1104 可以通过如下方式实现：

[00135] 若多个连续的第一荷电状态对应的差异值均大于或等于预设差异值，则将最小的第一荷电状态确定为阳极电位变化曲线对应的充电倍率下目标电池的初始析锂窗口

[00136] 在本申请实施例中，为了提高得到的初始析锂窗口的准确性，本实施例中对多个连续的第一荷电状态对应的差异值进行判断，即若多个连续的第一荷电状态对应的差异值均大于或等于预设差异值，证明在多个连续的第一荷电状态下的阳极电位差呈现稳定下降的趋势，则将最小的第一荷电状态确定为阳极电位变化曲线对应的充电倍率下目标电池的初始析锂窗口。

[00137] 本申请实施例的技术方案中，若多个连续的第一荷电状态对应的差异值均大于或等于预设差异值，则将最小的第一荷电状态确定为阳极电位变化曲线对应的充电倍率的初始析锂窗口。通过多个连续的第一荷电状态对应的差异值与预设差异值之间的关系确定初始析锂窗口，提高了得到的初始析锂窗口的准确性。

[00138] 根据本申请的一些实施例，参照图 13，图 13 是本申请实施例提供的又一种确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口的流程示意图，本申请实施例涉及的是如何根据每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线，确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口的另一种可能的实现方式，在上述实施例的基础上，上述的 S602 可以包括以下步骤：

[00139] S1301、对每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线进行微分处理得到各微分曲线。

[00140] 在本申请实施例中，继续以 S701 中的方式一确定的阳极电位变化曲线为例，对每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线进行微分处理，得到阳极电位变化曲线在各荷电状态下的斜率值，根据各斜率值与斜率值对应的荷电状态得到微分曲线。

[00141] S1302、根据各微分曲线，确定各充电倍率对应的初始析锂窗口。

[00142] 在本申请实施例中，例如，微分曲线上从最大的荷电状态至最小的荷电状态对应的多个连续的斜率值均小于或均等于0，则将多个斜率值均小于或均等于0的荷电状态中最小的荷电状态作为充电倍率下目标电池的初始析锂窗口。例如，95%荷电状态-100%荷电状态在微分曲线上的值小于0，90%荷电状态-95%荷电状态在微分曲线上的值小于0，88%荷电状态和89%荷电状态进行微分后的斜率大于0，则将90%荷电状态作为阳极电位变化曲线对应的充电倍率下目标电池的初始析锂窗口。

[00143] 本申请实施例的技术方案中，通过对每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线进行微分处理得到各微分曲线，根据各微分曲线，确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口。本申请实施例中通过微分的方式可以更加准确的获得阳极电位变化曲线的变化规律，提高确定的初始析锂窗口的准确性。

[00144] 根据本申请的一些实施例，每两个充电倍率包括第一充电倍率和第二充电倍率，第一充电倍率大于第二充电倍率，第一充电倍率与第二充电倍率之间的比值小于或等于预设阈值。

[00145] 在本申请实施例中，在电池充电过程中，负极表层石墨的嵌锂程度比靠近集流体的石墨的嵌锂程度高，因此$E^{\theta}_{LiCx/Li}$i为一个混合电位，且$E^{\theta}_{LiCx/Li}$与嵌锂的不均匀性有关。在使用两个不同倍率的阳极电位相减计算阳极电位差时，两个倍率的$E^{\theta}_{LiCx/Li}$不能完全减掉，因此阳极电位差在不析锂时，实际并非常数。在对两个不同充电倍率的阳极电位相减时，两个阳极电位的充电倍率差异不能太大。在一实施例中，第一充电倍率与第二充电倍率之间的比值小于或等于1.5倍，以使两个倍率下石墨嵌锂不均匀性接近，确保$E^{\theta}_{LiCx/Li}$相近，以便相减扣除，得到更加准确的目标析锂窗口。

[00146] 本申请实施例的技术方案中，每两个充电倍率包括第一充电倍率和第二充电倍率，第一充电倍率大于第二充电倍率，第一充电倍率与第二充电倍率之间的比值小于或等于预设阈值。通过对第一充电倍率与第二充电倍率之间的比值的范围进行限定，可以提高确定的目标析锂窗口的准确性。

[00147] 应该理解的是，虽然如上的各实施例所涉及的流程图中的各个步骤按照箭头的指示依次显示，但是这些步骤并不是必然按照箭头指示的顺序依次执行。除非本文中有明确的说明，这些步骤的执行并没有严格的顺序限制，这些步骤可以以其它的顺序执行。而且，如上的各实施例所涉及的流程图中的至少一部分步骤可以包括多个步骤或者多个阶段，这些步骤或者阶段并不必然是在同一时刻执行完成，而是可以在不同的时刻执行，这些步骤或者阶段的执行顺序也不必然是依次进行，而是可以与其它步骤或者其它步骤中的步骤或者阶段的至少一部分轮流或者交替地执行。

[00148] 基于同样的发明构思，本申请实施例还提供了一种用于实现上述所涉及的析锂窗口确定方法的析锂窗口确定装置。该装置所提供的解决问题的实现方案与上述方法中所记载的实现方案相似，故下面所提供的一个或多个析锂窗口确定装置实施例中的具体限定可以参见上文中对于析锂窗口确定方法的限定，在此不再赘述。

[00149] 在一个实施例中，如图14所示，提供了一种析锂窗口确定装置，包括：获取模块11和确定模块12，其中：

[00150] 获取模块 11，用于获取目标电池在多个充电倍率下的充电数据；充电数据用于表征目标电池的阳极电位与荷电状态之间的对应关系；

[00151] 确定模块 12，用于根据多个充电倍率下的充电数据，确定目标电池的目标析锂窗口。

[00152] 在一个实施例中，确定模块包括：

[00153] 获取单元，用于根据多个充电倍率下的充电数据，获取每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差；

[00154] 确定单元，用于根据每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差和阳极电位差对应的荷电状态，确定目标电池的目标析锂窗口。

[00155] 在一个实施例中，确定单元还用于根据每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差和阳极电位差对应的荷电状态，确定每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线；根据每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线，确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口；根据各初始析锂窗口，确定目标电池的目标析锂窗口。

[00156] 在一个实施例中，确定单元还用于根据每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线，确定各阳极电位变化曲线的阳极电位差的变化趋势；根据各阳极电位变化曲线的阳极电位差的变化趋势，在对应的阳极电位变化曲线上确定目标位置；根据目标位置，确定各充电倍率对应的初始析锂窗口。

[00157] 在一个实施例中，确定单元还用于确定目标位置对应的阳极电位变化曲线上的目标曲线；目标曲线上的荷电状态均小于目标位置处的荷电状态；根据各目标曲线对应的阳极电位差和荷电状态，拟合得到各目标线段；获取多个第一荷电状态对应的第一阳极电位差与第二阳极电位差之间的差异值；第一阳极电位差为第一荷电状态在目标线段上的阳极电位差，第二阳极电位差为第一荷电状态在阳极电位变化曲线上的阳极电位差；根据各第一荷电状态对应的差异值，确定阳极电位变化曲线对应的充电倍率下目标电池的初始析锂窗口。

[00158] 在一个实施例中，确定单元还用于若多个连续的第一荷电状态对应的差异值均大于或等于预设差异值，则将多个连续的第一荷电状态中的最小荷电状态确定为各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口。

[00159] 在一个实施例中，确定单元还用于对每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线进行微分处理得到各微分曲线；根据各微分曲线，确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口。

[00160] 在一个实施例中，每两个充电倍率包括第一充电倍率和第二充电倍率，第一充电倍率大于第二充电倍率，第一充电倍率与第二充电倍率之间的比值小于或等于预设阈值。

[00161] 上述析锂窗口确定装置中的各个模块可全部或部分通过软件、硬件及其组合来实现。上述各模块可以硬件形式内嵌于或独立于计算机设备中的处理器中，也可以以软件形式存储于计算机设备中的存储器中，以便于处理器调用执行以上各个模块对应的操作。

[00162] 在一个实施例中，提供了一种计算机设备，该计算机设备可以是终端，其内部结构图可以如图 15 所示。该计算机设备包括通过系统总线连接的处理器、存储器、通信接口、显示屏和输入装置。其中，该计算机设备的处理器用于提供计算和控制能力。该计算机设备的存储器包括非易失性存储介质、内存储器。

该非易失性存储介质存储有操作系统和计算机程序。该内存储器为非易失性存储介质中的操作系统和计算机程序的运行提供环境。该计算机设备的通信接口用于与外部的终端进行有线或无线方式的通信，无线方式可通过 WIFI、移动蜂窝网络、NFC（近场通信）或其他技术实现。该计算机程序被处理器执行时以实现一种析锂窗口确定方法。该计算机设备的显示屏可以是液晶显示屏或者电子墨水显示屏，该计算机设备的输入装置可以是显示屏上覆盖的触摸层，也可以是计算机设备外壳上设置的按键、轨迹球或触控板，还可以是外接的键盘、触控板或鼠标等。

[00163] 本领域技术人员可以理解，图 15 中示出的结构，仅仅是与本申请方案相关的部分结构的框图，并不构成对本申请方案所应用于其上的计算机设备的限定，具体的计算机设备可以包括比图中所示更多或更少的部件，或者组合某些部件，或者具有不同的部件布置。

[00164] 在一个实施例中，提供了一种计算机设备，包括存储器和处理器，存储器中存储有计算机程序，该处理器执行计算机程序时实现以下步骤：

[00165] 获取目标电池在多个充电倍率下的充电数据；充电数据用于表征目标电池的阳极电位与荷电状态之间的对应关系；

[00166] 根据多个充电倍率下的充电数据，确定目标电池的目标析锂窗口。

[00167] 在一个实施例中，处理器执行计算机程序时还实现以下步骤：

[00168] 根据多个充电倍率下的充电数据，获取每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差；

[00169] 根据每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差和阳极电位差对应的荷电状态，确定目标电池的目标析锂窗口。

[00170] 在一个实施例中，处理器执行计算机程序时还实现以下步骤：

[00171] 根据每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差和阳极电位差对应的荷电状态，确定每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线；

[00172] 根据每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线，确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口；

[00173] 根据各初始析锂窗口，确定目标电池的目标析锂窗口。

[00174] 在一个实施例中，处理器执行计算机程序时还实现以下步骤：

[00175] 根据每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线，确定各阳极电位变化曲线的阳极电位差的变化趋势；

[00176] 根据各阳极电位变化曲线的阳极电位差的变化趋势，在对应的阳极电位变化曲线上确定目标位置；

[00177] 根据目标位置，确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口。

[00178] 在一个实施例中，处理器执行计算机程序时还实现以下步骤：

[00179] 确定目标位置对应的阳极电位变化曲线上的目标曲线；目标曲线上的荷电状态均小于目标位置处的荷电状态；

[00180] 根据各目标曲线对应的阳极电位差和荷电状态，拟合得到各目标线段 ；

[00181] 获取多个第一荷电状态对应的第一阳极电位差与第二阳极电位差之间的差异值；第一阳极电位差为第一荷电状态在目标线段上的阳极电位差，第二阳极电位差为第一荷电状态在阳极电位变化曲线上的阳极电位差；

[00182] 根据各第一荷电状态对应的差异值，确定阳极电位变化曲线对应的充电倍率下目标电池的初始析锂窗口。

[00183] 在一个实施例中，处理器执行计算机程序时还实现以下步骤：

[00184] 若多个连续的第一荷电状态对应的差异值均大于或等于预设差异值，则将多个连续的第一荷电状态中的最小荷电状态确定为各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口。

[00185] 在一个实施例中，处理器执行计算机程序时还实现以下步骤：

[00186] 对每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线进行微分处理得到各微分曲线；

[00187] 根据各微分曲线，确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口。

[00188] 在一个实施例中，每两个充电倍率包括第一充电倍率和第二充电倍率，第一充电倍率大于第二充电倍率，第一充电倍率与第二充电倍率之间的比值小于或等于预设阈值。

[00189] 在一个实施例中，提供了一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，计算机程序被处理器执行时实现以下步骤：

[00190] 获取目标电池在多个充电倍率下的充电数据；充电数据用于表征目标电池的阳极电位与荷电状态之间的对应关系；

[00191] 根据多个充电倍率下的充电数据，确定目标电池的目标析锂窗口。

[00192] 在一个实施例中，计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤：

[00193] 根据多个充电倍率下的充电数据，获取每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差；

[00194] 根据每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差和阳极电位差对应的荷电状态，确定目标电池的目标析锂窗口。

[00195] 在一个实施例中，计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤：

[00196] 根据每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差和阳极电位差对应的荷电状态，确定每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线；

[00197] 根据每两个充电倍率对应的阳极电位变化曲线，确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口；

[00198] 根据各初始析锂窗口，确定目标电池的目标析锂窗口。

[00199] 在一个实施例中，计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤：

[00200] 根据每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线，确定各阳极电位变化曲线的阳极电位差的变化趋势；

[00201] 根据各阳极电位变化曲线的阳极电位差的变化趋势，在对应的阳极电位变化曲线上确定目标位

置；

[00202] 根据目标位置，确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口。

[00203] 在一个实施例中，计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤：

[00204] 确定目标位置对应的阳极电位变化曲线上的目标曲线；目标曲线上的荷电状态均小于目标位置处的荷电状态；

[00205] 根据各目标曲线对应的阳极电位差和荷电状态，拟合得到各目标线段 ；

[00206] 获取多个第一荷电状态对应的第一阳极电位差与第二阳极电位差之间的差异值；第一阳极电位差为第一荷电状态在目标线段上的阳极电位差，第二阳极电位差为第一荷电状态在阳极电位变化曲线上的阳极电位差；

[00207] 根据各第一荷电状态对应的差异值，确定阳极电位变化曲线对应的充电倍率下目标电池的初始析锂窗口。

[00208] 在一个实施例中，计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤：

[00209] 若多个连续的第一荷电状态对应的差异值均大于或等于预设差异值，则将多个连续的第一荷电状态中的最小荷电状态确定为各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口。

[00210] 在一个实施例中，计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤：

[00211] 对每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线进行微分处理得到各微分曲线；

[00212] 根据各微分曲线，确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口。

[00213] 在一个实施例中，每两个充电倍率包括第一充电倍率和第二充电倍率，第一充电倍率大于第二充电倍率，第一充电倍率与第二充电倍率之间的比值小于或等于预设阈值。

[00214] 在一个实施例中，提供了一种计算机程序产品，包括计算机程序，该计算机程序被处理器执行时实现以下步骤：

[00215] 获取目标电池在多个充电倍率下的充电数据；充电数据用于表征目标电池的阳极电位与荷电状态之间的对应关系；

[00216] 根据多个充电倍率下的充电数据，确定目标电池的目标析锂窗口。

[00217] 在一个实施例中，计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤：

[00218] 根据多个充电倍率下的充电数据，获取每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差；

[00219] 根据每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差和阳极电位差对应的荷电状态，确定目标电池的目标析锂窗口。

[00220] 在一个实施例中，计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤：

[00221] 根据每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差和阳极电位差对应的荷电状态，确定每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线；

[00222] 根据每两个充电倍率对应的阳极电位变化曲线，确定各充电倍率对应的初始析锂窗口；

[00223] 根据各初始析锂窗口，确定目标电池的目标析锂窗口。

[00224] 在一个实施例中，计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤：

[00225] 根据每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线，确定各阳极电位变化曲线的阳极电位差的变化趋势；

[00226] 根据各阳极电位变化曲线的阳极电位差的变化趋势，在对应的阳极电位变化曲线上确定目标位置；

[00227] 根据目标位置，确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口。

[00228] 在一个实施例中，计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤：

[00229] 确定目标位置对应的阳极电位变化曲线上的目标曲线；目标曲线上的荷电状态均小于目标位置处的荷电状态；

[00230] 根据各目标曲线对应的阳极电位差和荷电状态，拟合得到各目标线段 ；

[00231] 获取多个第一荷电状态对应的第一阳极电位差与第二阳极电位差之间的差异值；第一阳极电位差为第一荷电状态在目标线段上的阳极电位差，第二阳极电位差为第一荷电状态在阳极电位变化曲线上的阳极电位差；

[00232] 根据各第一荷电状态对应的差异值，确定阳极电位变化曲线对应的充电倍率下目标电池的初始析锂窗口。

[00233] 在一个实施例中，计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤：

[00234] 若多个连续的第一荷电状态对应的差异值均大于或等于预设差异值，则将多个连续的第一荷电状态中的最小荷电状态确定为各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口。

[00235] 在一个实施例中，计算机程序被处理器执行时还实现以下步骤：

[00236] 对每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线进行微分处理得到各微分曲线；

[00237] 根据各微分曲线，确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口。

[00238] 在一个实施例中，每两个充电倍率包括第一充电倍率和第二充电倍率，第一充电倍率大于第二充电倍率，第一充电倍率与第二充电倍率之间的比值小于或等于预设阈值。

[00239] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程，是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成，所述的计算机程序可存储于一非易失性计算机可读取存储介质中，该计算机程序在执行时，可包括如上述各方法的实施例的流程。其中，本申请所提供的各实施例中所使用的对存储器、数据库或其它介质的任何引用，均可包括非易失性和易失性存储器中的至少一种。非易失性存储器可包括只读存储器（Read-Only Memory，ROM）、磁带、软盘、闪存、光存储器、高密度嵌入式非易失性存储器、阻变存储器（ReRAM）、磁变存储器（Magnetoresistive Random Access Memory，MRAM）、铁电存储器（Ferroelectric Random Access Memory，FRAM）、相变存储器（Phase Change Memory，PCM）、石墨烯存储器等。易失性存储器可包括随机存取存储器（Random Access Memory，RAM）或外部高速缓冲存储器等。作为说明而非局限，RAM 可以是多种形式，比如静态随机存取存储器（Static Random Access Memory，SRAM）或动态随机存取存储器（Dynamic Random Access Memory，DRAM）等。本申请所提供的各实施

例中所涉及的数据库可包括关系型数据库和非关系型数据库中至少一种。非关系型数据库可包括基于区块链的分布式数据库等，不限于此。本申请所提供的各实施例中所涉及的处理器可为通用处理器、中央处理器、图形处理器、数字信号处理器、可编程逻辑器、基于量子计算的数据处理逻辑器等，不限于此。

[00240] 以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合，为使描述简洁，未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述，然而，只要这些技术特征的组合不存在矛盾，都应当认为是本说明书记载的范围。

[00241] 以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式，便于具体和详细地理解本申请的技术方案，但并不能因此而理解为对发明专利保护范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本申请的保护范围。应当理解，本领域技术人员在本申请提供的技术方案的基础上，通过合乎逻辑的分析、推理或者有限的试验得到的技术方案，均在本申请所述附权利要求的保护范围内。因此，本申请专利的保护范围应以所附权利要求的内容为准，说明书及附图可以用于解释权利要求的内容。

权利要求书

1、一种析锂窗口确定方法，其中，所述方法包括：

获取目标电池在多个充电倍率下的充电数据；所述充电数据用于表征所述目标电池的阳极电位与荷电状态之间的对应关系；

根据所述多个充电倍率下的充电数据，确定所述目标电池的目标析锂窗口。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述根据所述多个充电倍率下的充电数据，确定所述目标电池的目标析锂窗口，包括：

根据所述多个充电倍率下的充电数据，获取每两个所述充电倍率下所述目标电池的阳极电位差；

根据所述每两个所述充电倍率下所述目标电池的阳极电位差和所述阳极电位差对应的荷电状态，确定所述目标电池的目标析锂窗口。

3、根据权利要求 2 所述的方法，其中，所述根据所述每两个所述充电倍率下所述目标电池的阳极电位差和所述阳极电位差对应的荷电状态，确定所述目标电池的目标析锂窗口，包括：

根据所述每两个所述充电倍率下所述目标电池的阳极电位差和所述阳极电位差对应的荷电状态，确定所述每两个所述充电倍率下所述目标电池对应的阳极电位变化曲线；

根据所述每两个所述充电倍率下所述目标电池对应的阳极电位变化曲线，确定各所述充电倍率下所述目标电池对应的初始析锂窗口；

根据各所述初始析锂窗口，确定所述目标电池的目标析锂窗口。

4、根据权利要求 3 所述的方法，其中，所述根据所述每两个所述充电倍率下所述目标电池对应的阳极电位变化曲线，确定各所述充电倍率下所述目标电池对应的初始析锂窗口，包括：

根据所述每两个所述充电倍率下所述目标电池对应的阳极电位变化曲线，确定各所述阳极电位变化曲线的阳极电位差的变化趋势；

根据各所述阳极电位变化曲线的阳极电位差的变化趋势，在对应的所述阳极电位变化曲线上确定目标位置；

根据所述目标位置，确定各所述充电倍率下所述目标电池对应的初始析锂窗口。

5、根据权利要求 4 所述的方法，其中，所述根据所述目标位置，确定各所述充电倍率下所述目标电池对应的初始析锂窗口，包括：

确定所述目标位置对应的阳极电位变化曲线上的目标曲线；所述目标曲线上的荷电状态均小于所述目标位置处的荷电状态；

根据各所述目标曲线对应的阳极电位差和荷电状态，拟合得到各目标线段；

获取多个第一荷电状态对应的第一阳极电位差与第二阳极电位差之间的差异值；所述第一阳极电位差为所述第一荷电状态在所述目标线段上的阳极电位差，所述第二阳极电位差为所述第一荷电状态在所述阳极电位变化曲线上的阳极电位差；

根据各所述第一荷电状态对应的差异值，确定所述阳极电位变化曲线对应的充电倍率下所述目标电池的初始析锂窗口。

6、根据权利要求 5 所述的方法，其中，所述根据各所述第一荷电状态对应的差异值，确定所述阳极电位变化曲线对应的充电倍率下所述目标电池的初始析锂窗口，包括：

在多个连续的所述第一荷电状态对应的差异值均大于或等于预设差异值的情况下，将最小的第一荷电状态确定为所述阳极电位变化曲线对应的充电倍率下所述目标电池的初始析锂窗口。

7、根据权利要求 3 所述的方法，其中，所述根据所述每两个所述充电倍率下所述目标电池对应的阳极电位变化曲线，确定各所述充电倍率下所述目标电池对应的初始析锂窗口，包括：

对所述每两个所述充电倍率下所述目标电池对应的阳极电位变化曲线进行微分处理得到各微分曲线；

根据各所述微分曲线，确定各所述充电倍率下所述目标电池对应的初始析锂窗口。

8、根据权利要求 2-7 任一项所述的方法，其中，每两个所述充电倍率包括第一充电倍率和第二充电倍率，所述第一充电倍率大于所述第二充电倍率，所述第一充电倍率与所述第二充电倍率之间的比值小于或等于预设阈值。

9、一种析锂窗口确定装置，其中，所述装置包括：

获取模块，用于获取目标电池在多个充电倍率下的充电数据；所述充电数据用于表征所述目标电池的阳极电位与荷电状态之间的对应关系；

确定模块，用于根据所述多个充电倍率下的充电数据，确定所述目标电池的目标析锂窗口。

10、一种计算机设备，包括存储器和处理器，所述存储器存储有计算机程序，其中，所述处理器执行所述计算机程序时实现权利要求 1 至 8 中任一项所述的方法的步骤。

11、一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，其中，所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求 1 至 8 中任一项所述的方法的步骤。

12、一种计算机程序产品，包括计算机程序，其中，该计算机程序被处理器执行时实现权利要求 1 至 8 中任一项所述的方法的步骤。

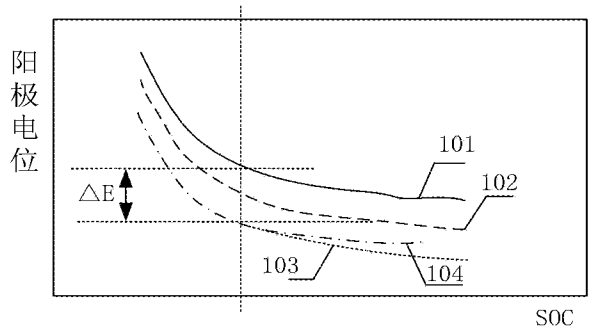

阳极电位
△E
101
102
103
104
SOC

图 1

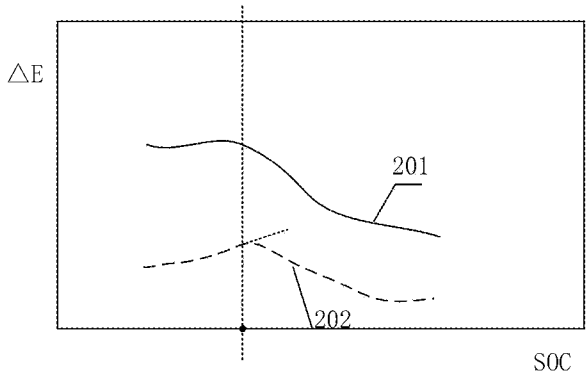

△E
201
202
SOC

图 2

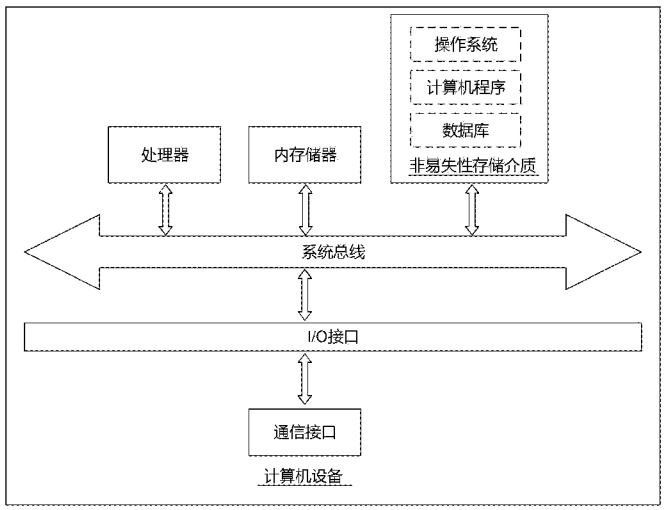

操作系统
计算机程序
数据库
非易失性存储介质
处理器
内存储器
系统总线
I/O接口
通信接口
计算机设备

图 3

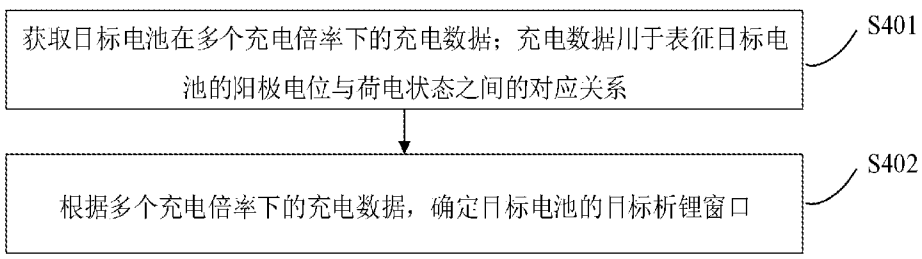

获取目标电池在多个充电倍率下的充电数据；充电数据用于表征目标电池的阳极电位与荷电状态之间的对应关系
S401
根据多个充电倍率下的充电数据，确定目标电池的目标析锂窗口
S402

图 4

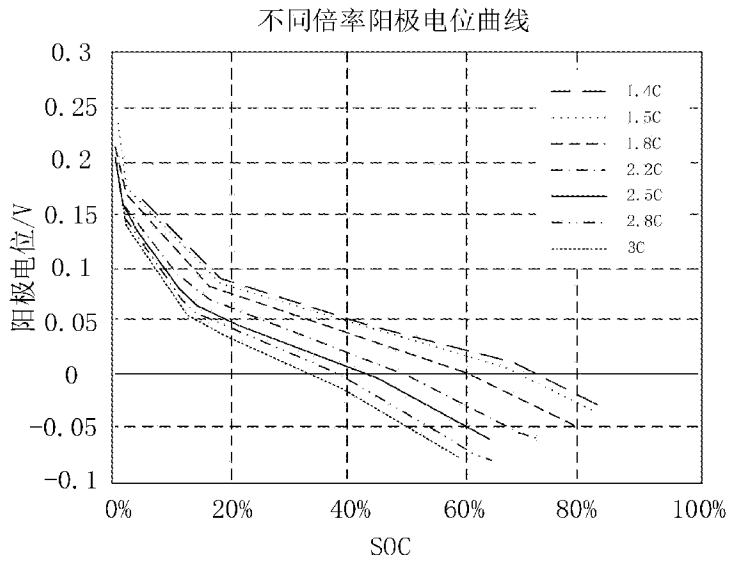

不同倍率阳极电位曲线
阳极电位/V
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
-0.05
-0.1
0%
20%
40%
60%
80%
100%
SOC
1.4C
1.5C
1.8C
2.2C
2.5C
2.8C
3C

图 5

图 6

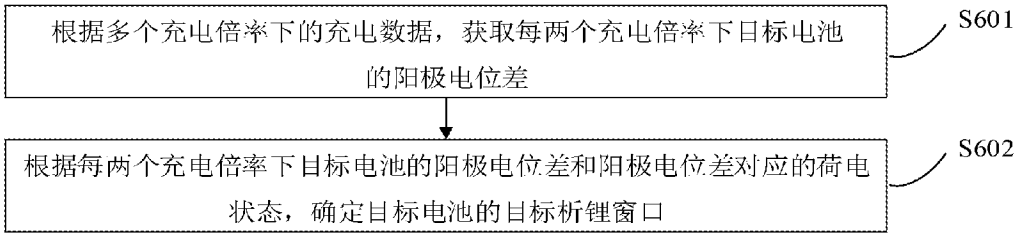
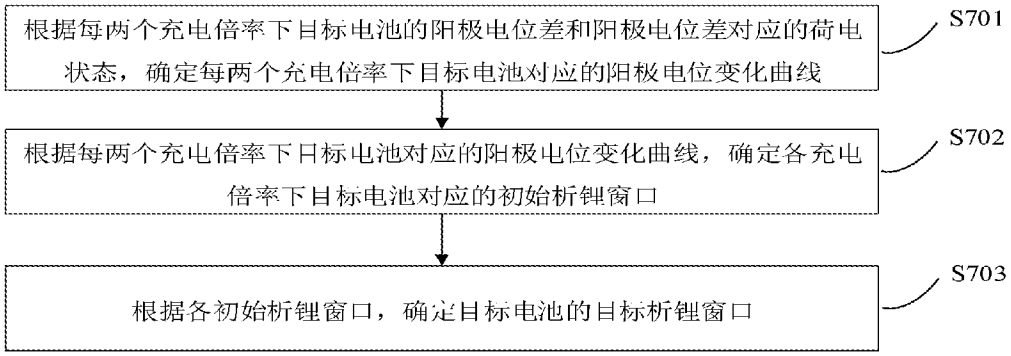

根据多个充电倍率下的充电数据，获取每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差
S601
根据每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差和阳极电位差对应的荷电状态，确定目标电池的目标析锂窗口
S602

图 7


根据每两个充电倍率下目标电池的阳极电位差和阳极电位差对应的荷电状态，确定每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线
S701
根据每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线，确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口
S702
根据各初始析锂窗口，确定目标电池的目标析锂窗口
S703

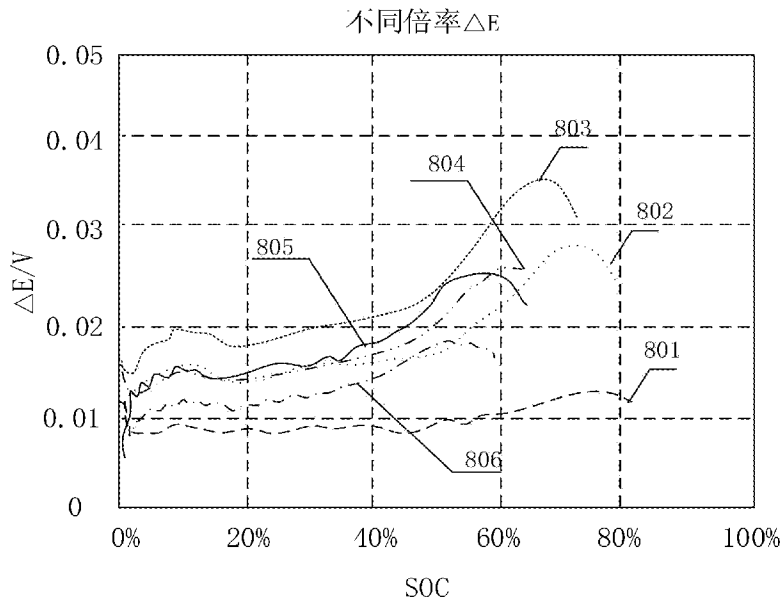

不同倍率△E
△E/V
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0
0%
20%
40%
60%
80%
100%
SOC
803
804
802
805
801
806

图 8

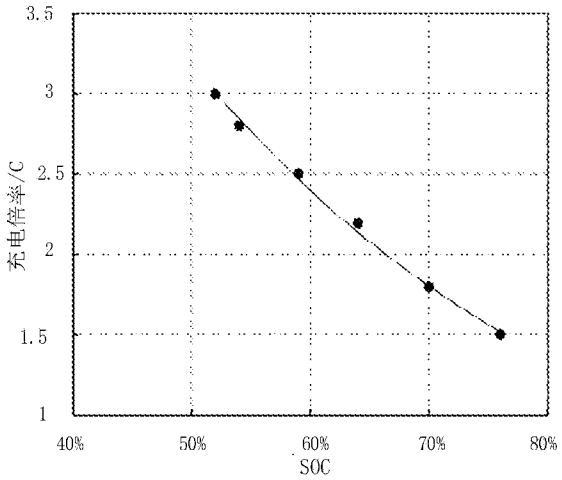

3.5
3
2.5
2
1.5
1
充电倍率/C
40%
50%
60%
70%
80%
SOC

图 9

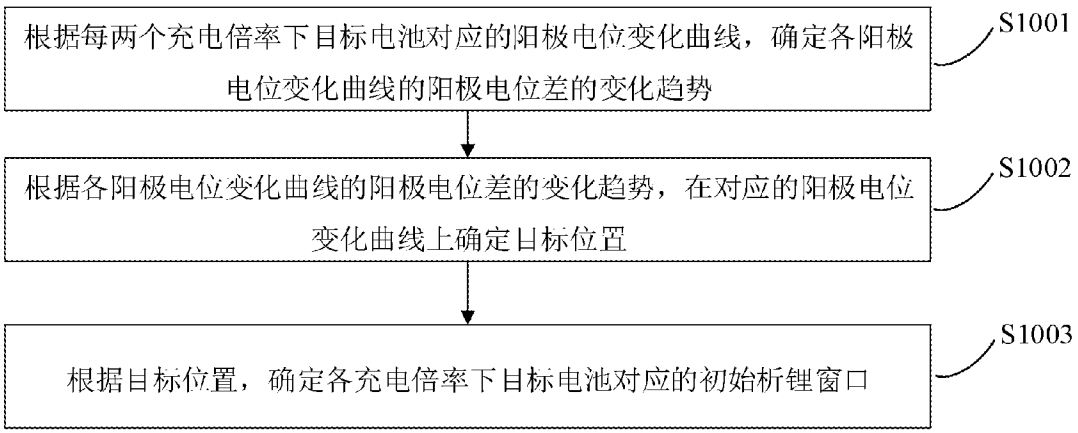

根据每两个充电倍率下目标电池对应的阳极电位变化曲线，确定各阳极电位变化曲线的阳极电位差的变化趋势
S1001
根据各阳极电位变化曲线的阳极电位差的变化趋势，在对应的阳极电位变化曲线上确定目标位置
S1002
根据目标位置，确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口
S1003

图 10

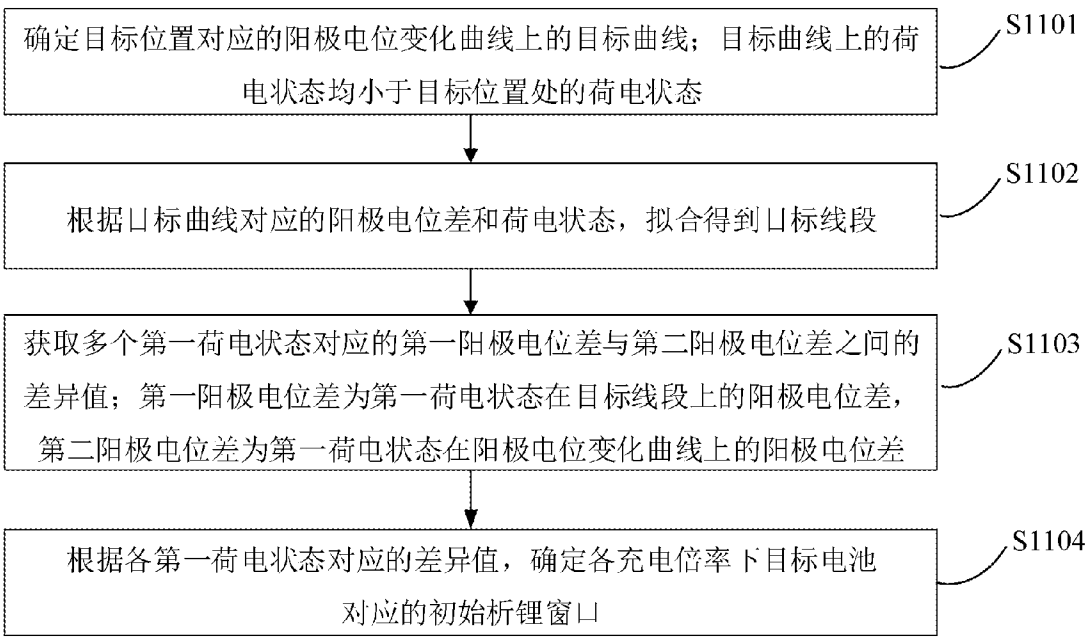

确定目标位置对应的阳极电位变化曲线上的目标曲线；目标曲线上的荷电状态均小于目标位置处的荷电状态
S1101
根据目标曲线对应的阳极电位差和荷电状态，拟合得到目标线段
S1102
获取多个第一荷电状态对应的第一阳极电位差与第二阳极电位差之间的差异值；第一阳极电位差为第一荷电状态在目标线段上的阳极电位差，第二阳极电位差为第一荷电状态在阳极电位变化曲线上的阳极电位差
S1103
根据各第一荷电状态对应的差异值，确定各充电倍率下目标电池对应的初始析锂窗口
S1104

图 11

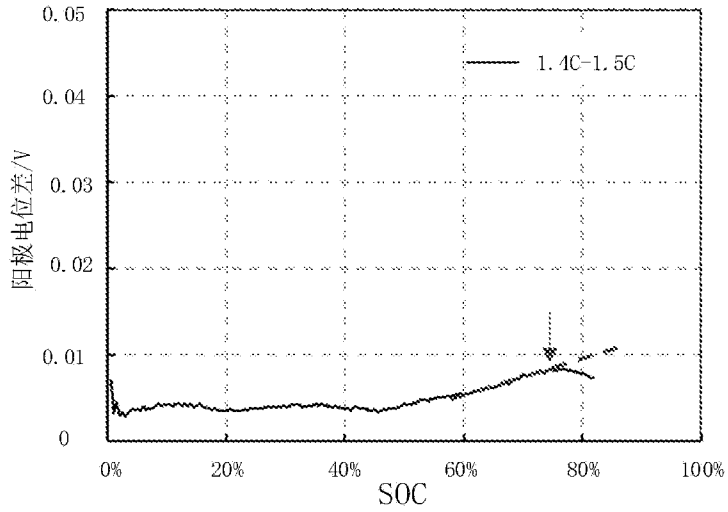


图 12

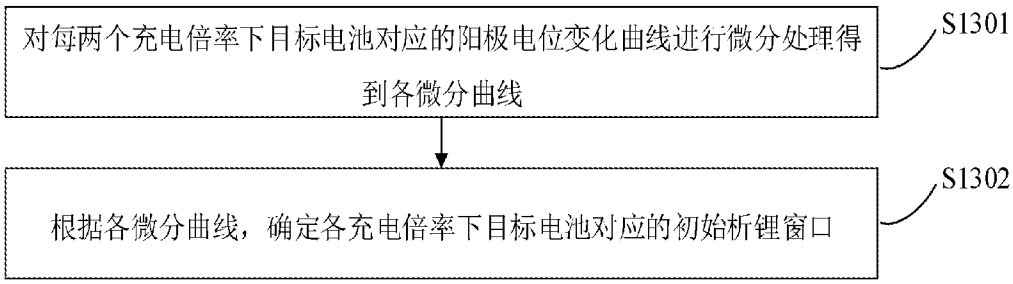


图 13

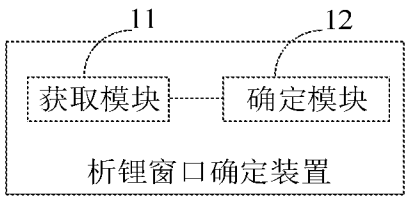


图 14

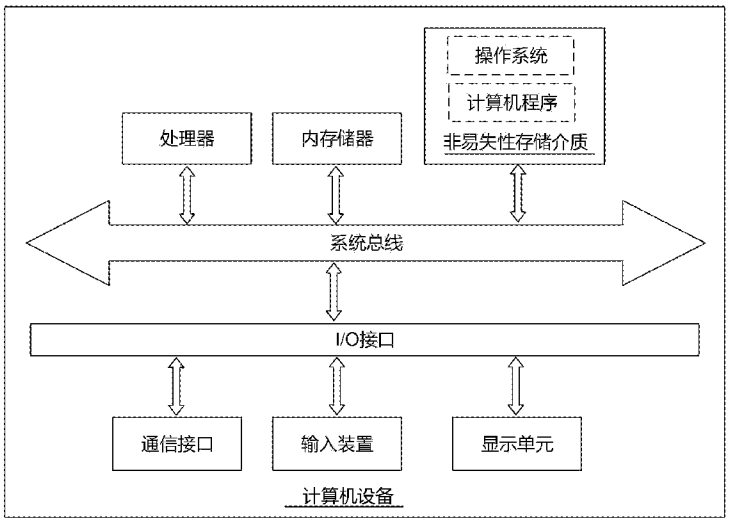


图 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2024/073970

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M10/44(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC:H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNTXT, ENTXT, ENTXTC, DWPI, CNKI: 析锂窗口, 荷电状态, 阳极电位, 负极电位, 倍率, lithium, precipitation, window, SOC, anode, potential, multiplied, powers

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 116525982 A (NINGDE CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LTD.) 01 August 2023 (2023-08-01) claims 1-12	1-12
X	CN 113125974 A (ENVISION POWER TECHNOLOGY (JIANGSU) CO., LTD. et al.) 16 July 2021 (2021-07-16) description, paragraphs 4-34, and figures 1-6	1-12
X	CN 112180260 A (SUNWODA ELECTRIC VEHICLE BATTERY CO., LTD.) 05 January 2021 (2021-01-05) description, paragraphs 4-36, and figures 1-8	1-12
A	US 2019137569 A1 (CHARGED ENGINEERING INC.) 09 May 2019 (2019-05-09) entire document	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
01 April 2024	**10 April 2024**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) **China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2024/073970

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 116525982 A	01 August 2023	None	
CN 113125974 A	16 July 2021	CN 113125974 B	16 June 2023
CN 112180260 A	05 January 2021	None	
US 2019137569 A1	09 May 2019	WO 2017185181 A1	02 November 2017
		US 10712392 B2	14 July 2020

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2024/073970

A. 主题的分类

H01M10/44(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC:H01M

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用））

CNTXT, ENTXT, ENTXTC, DWPI, CNKI: 析锂窗口，荷电状态，阳极电位，负极电位，倍率， lithium，precipitation，window，SOC，anode，potential，multiplied，powers

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 116525982 A (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2023年8月1日 (2023 - 08 - 01) 权利要求1-12	1-12
X	CN 113125974 A (远景动力技术（江苏）有限公司 等) 2021年7月16日 (2021 - 07 - 16) 说明书第4-34段、图1-6	1-12
X	CN 112180260 A (欣旺达电动汽车电池有限公司) 2021年1月5日 (2021 - 01 - 05) 说明书第4-36段、图1-8	1-12
A	US 2019137569 A1 (CHARGED ENGINEERING INC.) 2019年5月9日 (2019 - 05 - 09) 全文	1-12

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2024年4月1日	2024年4月10日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	受权官员 严薇 电话号码 (+86) 010-53961283

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2024/073970

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	116525982	A	2023年8月1日	无			
CN	113125974	A	2021年7月16日	CN	113125974	B	2023年6月16日
CN	112180260	A	2021年1月5日	无			
US	2019137569	A1	2019年5月9日	WO	2017185181	A1	2017年11月2日
				US	10712392	B2	2020年7月14日