

(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5月16日 (16.05.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/098419 A1

(51) 国际专利分类号:
H01M 4/04 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/131535

(22) 国际申请日: 2022年11月11日 (11.11.2022)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(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: 邢祁 (XING, Qi); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 欧阳楚英 (OUYANG, Chuying); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 孙成栋 (SUN, Chengdong); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 刘会会 (LIU, Huihui); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 段连威 (DUAN, Lianwei); 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: 北京市汉坤律师事务所 (BEIJING HAN KUN LAW OFFICES); 中国北京市东城区东长安街1号东方广场C1座9层, Beijing 100738 (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, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, 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,

(54) Title: PREPARATION METHOD FOR POSITIVE ELECTRODE SLURRY, SECONDARY BATTERY, BATTERY PACK AND ELECTRICAL APPARATUS

(54) 发明名称: 正极浆料的制备方法、二次电池、电池包和用电装置

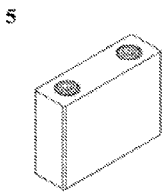


图 1

(57) Abstract: The present application provides a preparation method for a positive electrode slurry, a secondary battery, a battery pack, and an electrical apparatus. The preparation method comprises first stirring, second stirring, third stirring and fourth stirring. In first stirring, a positive electrode active material and a conductive agent are mixed and stirred to prepare a dry mixture; in the second stirring, a binder and a solvent are mixed and stirred to prepare a glue liquid; in the third stirring, the dry mixture and the glue liquid are mixed and stirred to prepare a primary slurry; in the fourth stirring, the binder, the solvent and the primary slurry are mixed and stirred to prepare a positive electrode slurry. The binder and the solvent used in the second stirring are the same as the binder and the solvent used in the fourth stirring, respectively. On the basis of the total mass of the binder used in the second stirring and the binder used in the fourth stirring, the mass ratio of the binder used in the second stirring is 50-70%, and the mass ratio of the binder used in the fourth stirring is 30-50%.

(57) 摘要: 本申请提供了一种正极浆料的制备方法、二次电池、电池包和用电装置。该制备方法包括第一搅拌、第二搅拌、第三搅拌和第四搅拌; 第一搅拌中, 将正极活性材料与导电剂混合搅拌, 制备干混料; 第二搅拌中, 将粘结剂与溶剂混合搅拌, 制备胶液; 第三搅拌中, 将干混料与胶液混合搅拌, 制备初级浆料; 第四搅拌中, 将粘结剂、溶剂与初级浆料混合搅拌, 制备正极浆料; 第二搅拌中使用的粘结剂和溶剂分别与第四搅拌中使用的粘结剂和溶剂相同; 基于第二搅拌中使用的粘结剂和第四搅拌中使用的粘结剂的总质量计, 第二搅拌中使用的粘结剂的质量比为50%~70%, 第四搅拌中使用的粘结剂的质量比为30%~50%。

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))。

正极浆料的制备方法、二次电池、电池包和用电装置

技术领域

本申请涉及二次电池技术领域，尤其涉及一种二次电池正极浆料的制备方法、二次电池、电池包和用电装置。

背景技术

近年来，随着二次电池的应用范围越来越广泛，二次电池广泛应用于水力、火力、风力和太阳能电站等储能电源系统，以及电动工具、电动自行车、电动摩托车、电动汽车、军事装备、航空航天等多个领域。

电极浆料是成型电极的基础，也是二次电池生产的第一道工序。电极浆料的特性对后续的电极生产、电池性能都有显著的影响。正极浆料主要是由正极活性材料、导电剂、粘结剂和溶剂形成的固-液相混合体系。该体系处于一种亚稳定状态，合浆工艺，也就是浆料的制备方法对浆料的分散性、均匀性、稳定性等性能有着至关重要的影响。现有技术中的合浆工艺常为一步法，将正极活性浆料中的各组分直接混合搅拌即得，然而一步法的制备方法无法满足不同重均分子量粘结剂的制造需求，合浆工艺通用性差，不利于制造成本的降低。因此，需要开发出一种新的浆料的制备方法，以适用于不同重均分子量的粘结剂。

发明内容

本申请是鉴于上述课题而进行的，其目的在于，提供一种二次电池正极浆料的制备方法，以适应不同重均分子量的粘结剂，拓宽正极浆料涂布的工艺窗口，提高正极浆料的加工性能。

为了达到上述目的，本申请提供了一种正极浆料的制备方法，包括第一搅拌、第二搅拌、第三搅拌和第四搅拌；第一搅拌中，将正极活性材料与导电剂混合搅拌，制备干混料；第二搅拌中，将粘结剂与

溶剂混合搅拌，制备胶液；第三搅拌中，将干混料与胶液混合搅拌，制备初级浆料；第四搅拌中，将粘结剂、溶剂与初级浆料混合搅拌，制备正极浆料；第二搅拌中使用的粘结剂和溶剂分别与第四搅拌中使用的粘结剂和溶剂相同；基于第二搅拌中使用的粘结剂和第四搅拌中使用的粘结剂的总质量计，第二搅拌中使用的粘结剂的质量比为 50%~70%，第四搅拌中使用的粘结剂的质量比为 30%~50%。

由此，本申请公开的正极浆料的制备方法相比于现有的正极浆料的制备方法更具有广泛的通用性，适用于包含不同重均分子量粘结剂的浆料，相比于现有的制备方法，本申请通过分步合浆，降低了正极浆料的出货粘度和静置 24 小时后的粘度，缓解了正极浆料的凝胶现象，提高了制备方法对于大分子量的粘结剂的适用性，制备方法具有更广泛的普适性，拓展了正极浆料涂布的工艺窗口，提高了正极浆料的加工性能。

在任意实施方式中，所述粘结剂包含至少一种重均分子量为 80 万~800 万的聚偏氟乙烯。

本申请公开的制备方法对低分子量聚偏氟乙烯粘结剂和高分子量聚偏氟乙烯粘结剂具有普适性，能够有效缓解不同浆料的凝胶现象，有助于提高生产效率，拓宽浆料的涂覆窗口。本申请公开的制备方法能够适用于重均分子量高达 800 万的粘结剂，使得包含高重均分子量粘结剂的浆料依然具有低的出货粘度和抗凝胶性，能够满足新一代粘结剂的使用需求。

在任意实施方式中，所述第三搅拌中先进行低速搅拌，再进行高速搅拌。

第三搅拌中，先将干混料与胶液低速搅拌，使得干混料充分分散在胶液中的同时避免了干混料被过分剪切，保证了正极活性材料与导电剂的完整性，并且经过低速搅拌后胶液包覆于正极活性材料以及导电剂上，可以避免后续的高速搅拌破坏正极活性材料与导电剂的结构和尺寸；低速搅拌后再进行高速搅拌，可以在保证材料性能的基础上，降低浆料的粘度。

在任意实施方式中，第三搅拌中低速搅拌的公转速度为 15 转/分钟~25 转/分钟，自转速度为 400 转/分钟~800 转/分钟，搅拌时间为 5 分钟~15 分钟。

控制第三搅拌中高速搅拌的公转速度、自转速度和搅拌时间在合适范围，使得浆料具有低的出货粘度、低的静置 24 小时后的粘度和优异的抗凝胶性，有利于提高浆料的涂布性能、加工性能和稳定性。

在任意实施方式中，第三搅拌中高速搅拌的公转速度为 20 转/分钟~30 转/分钟，自转速度为 1000 转/分钟~1300 转/分钟，搅拌时间为 50 分钟~80 分钟。

控制第三搅拌中高速搅拌的公转速度、自转速度和搅拌时间在合适范围，使得浆料具有低的出货粘度、低的静置 24 小时后的粘度和优异的抗凝胶性，有利于提高浆料的涂布性能、加工性能和稳定性。

在任意实施方式中，第一搅拌的自转速度为 0。

控制第一搅拌的自转速度为 0，能够将第一搅拌的剪切力最小化，充分减少正极活性材料与导电剂被过分打碎的可能性，保证正极活性材料与导电剂具有一定的颗粒度和比表面积，有助于提高正极活性材料与导电剂的分散效果，降低浆料静置 24 小时后的粘度，减缓浆料的凝胶现象，提高浆料的稳定性。

在任意实施方式中，第一搅拌的公转速度为 20 转/分钟~30 转/分钟。

控制第一搅拌的公转速度在合适范围内，使得浆料具有低的出货粘度、低的静置 24 小时后的粘度和抗凝胶性，有利于提高浆料的涂布性能、加工性能和稳定性。

在任意实施方式中，第一搅拌的搅拌时间为 5 分钟~20 分钟。

控制第一搅拌的搅拌时间在合适的范围，使得浆料具有低的出货粘度、低的静置 24 小时后的粘度和抗凝胶性，有利于提高浆料的涂布性能、加工性能和稳定性。

在任意实施方式中，第二搅拌的搅拌时间为 50 分钟~80 分钟。

控制第二搅拌的搅拌时间在合适的范围，使得浆料具有低的出货

粘度、低的静置 24 小时后的粘度和抗凝胶性，有利于提高浆料的涂布性能、加工性能和稳定性。

在任意实施方式中，第二搅拌的公转速度为 25 转/分钟~40 转/分钟。

控制第二搅拌的公转速度在合适的范围，使得浆料具有低的出货粘度和低的静置 24 小时后的粘度，同时有利于减缓浆料的凝胶状态，提高浆料的稳定性，拓宽工艺窗口。

在任意实施方式中，第二搅拌的自转速度为 1000 转/分钟~1300 转/分钟。

控制第二搅拌的自转速度在合适的范围，使得浆料具有低的出货粘度、低的静置 24 小时后的粘度和抗凝胶性，进而提高浆料的涂布性能、加工性能和稳定性。

在任意实施方式中，第四搅拌的搅拌时间为 60 分钟~90 分钟。

控制第四搅拌的搅拌时间在合适的范围，使得浆料具有低的出货粘度和低的静置 24 小时后的粘度，同时有利于减缓浆料的凝胶状态，提高浆料的稳定性，拓宽工艺窗口。

在任意实施方式中，第四搅拌的公转速度为 25 转/分钟~40 转/分钟。

控制第四搅拌的公转速度在合适的范围，使得浆料具有低的出货粘度和低的静置 24 小时后的粘度，同时有利于减缓浆料的凝胶状态，提高浆料的稳定性，拓宽工艺窗口。

在任意实施方式中，第四搅拌的自转速度为 1000 转/分钟~1300 转/分钟。

控制第四搅拌的搅拌时间在合适的范围，使得浆料具有低的出货粘度和低的静置 24 小时后的粘度，同时有利于减缓浆料的凝胶状态，提高浆料的稳定性，拓宽工艺窗口。

在任意实施方式中，正极浆料的固含量为 65%~70%，且所述正极浆料的粘度为 6000~31000mPa·s。

本申请的制备方法成型的浆料固含量高，粘度适宜，具有优异的

加工性,上述浆料可以直接用于后续的涂布工艺,能够提高生产效率。

在任意实施方式中,基于所述正极活性材料、所述导电剂、所述第二搅拌中使用的粘结剂和所述第四搅拌中使用的粘结剂的总质量计,所述第二搅拌中使用的溶剂的质量百分数为35%~45%,所述第四搅拌中使用的溶剂的质量百分数为4%~10%。

在任意实施方式中,所述正极浆料中,所述正极活性材料的质量、所述粘结剂总质量、所述导电剂的质量的比值为(88~96):(2~4):(2~8)。

上述范围内的正极浆料既有良好的加工性能,又使得成型后的正积极片具有优异的电化学性能。

在任意实施方式中,正极活性材料为磷酸铁锂及其改性材料、锂镍钴锰氧化物及其改性材料中的至少一种,所述改性材料是通过掺杂、导电碳包覆、导电金属包覆、导电聚合物包覆中的一种或多种改性方式制备的。

在任意实施方式中,溶剂选自N-甲基-2-吡咯烷酮、N,N-二甲基丙酰胺、N,N-二乙基丙酰胺、N,N-二丙基丙酰胺、N,N-二丁基丙酰胺、N,N-二甲基乙基丙酰胺以及3-丁氧基-N-甲基丙酰胺中的一种或多种。

本申请的第二方面还提供一种正极浆料,所述正极浆料是通过第一方面的正极浆料的制备方法制备的。

在任意实施方式中,正极浆料的固含量为65%~70%,所述正极浆料的初始粘度为6000~31000mPa·s,且静置24小时后,所述正极浆料的粘度不超过49000mPa·s。

本申请提供的正极浆料固含量高,粘度适宜,具有优异的加工性,同时浆料具有优异的存储性能。

本申请的第三方面还提供一种二次电池,包括正积极片、隔离膜、负积极片以及电解液,所述正积极片由第一方面所述的正极浆料的制备方法制备的正极浆料或第二方面所述的正极浆料制备而得。该正积极片具有高的品质和生产效率。

在任意实施方式中,二次电池为锂离子电池、钠离子电池、镁离

子电池、钾离子电池中的任意一种。

本申请的第四方面还提供一种电池模块，包括本申请第三方面所述的二次电池。

本申请的第五方面提供一种电池包，包括本申请的第三方面所述的二次电池或本申请的第四方面的电池模块。

本申请的第六方面提供一种用电装置，包括选自本申请的第三方面的二次电池、本申请的第四方面的电池模块或本申请的第五方面的电池包中的至少一种。

附图说明

图 1 是本申请一实施方式的二次电池的示意图；

图 2 是图 1 所示的本申请一实施方式的二次电池的分解图；

图 3 是本申请一实施方式的电池模块的示意图；

图 4 是本申请一实施方式的电池包的示意图；

图 5 是图 4 所示的本申请一实施方式的电池包的分解图；

图 6 是本申请一实施方式的二次电池用作电源的用电装置的示意图。

附图标记说明：

1 电池包；2 上箱体；3 下箱体；4 电池模块；5 二次电池；51 壳体；52 电极组件；53 盖板。

具体实施方式

以下，适当地参照附图详细说明具体公开了本申请的正极活性材料及其制造方法、正极极片、二次电池、电池模块、电池包和电学装置的实施方式。但是会有省略不必要的详细的情况。例如，有省略对已众所周知的事项的详细说明、实际相同结构的重复说明的情况。这是为了避免以下的说明不必要地变得冗长，便于本领域技术人员的理解。此外，附图及以下说明是为了本领域技术人员充分理解本申请而提供的，并不旨在限定权利要求书所记载的主题。

本申请所公开的“范围”以下限和上限的形式来限定，给定范围是通过选定一个下限和一个上限进行限定的，选定的下限和上限限定了

特别范围的边界。这种方式进行限定的范围可以是包括端值或不包括端值的，并且可以进行任意地组合，即任何下限可以与任何上限组合形成一个范围。例如，如果针对特定参数列出了 60-120 和 80-110 的范围，理解为 60-110 和 80-120 的范围也是预料到的。此外，如果列出的最小范围值 1 和 2，和如果列出了最大范围值 3, 4 和 5，则下面的范围可全部预料到：1-3、1-4、1-5、2-3、2-4 和 2-5。在本申请中，除非有其他说明，数值范围“a-b”表示 a 到 b 之间的任意实数组合的缩略表示，其中 a 和 b 都是实数。例如数值范围“0-5”表示本文中已经全部列出了“0-5”之间的全部实数，“0-5”只是这些数值组合的缩略表示。另外，当表述某个参数为 ≥ 2 的整数，则相当于公开了该参数为例如整数 2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12 等。

如果没有特别的说明，本申请的所有实施方式以及可选实施方式可以相互组合形成新的技术方案。

如果没有特别的说明，本申请的所有技术特征以及可选技术特征可以相互组合形成新的技术方案。

如果没有特别的说明，本申请的所有步骤可以顺序进行，也可以随机进行，优选是顺序进行的。例如，所述方法包括步骤(a)和(b)，表示所述方法可包括顺序进行的步骤(a)和(b)，也可以包括顺序进行的步骤(b)和(a)。例如，所述提到所述方法还可包括步骤(c)，表示步骤(c)可以任意顺序加入到所述方法，例如，所述方法可以包括步骤(a)、(b)和(c)，也可包括步骤(a)、(c)和(b)，也可以包括步骤(c)、(a)和(b)等。

如果没有特别的说明，本申请所提到的“包括”和“包含”表示开放式，也可以是封闭式。例如，所述“包括”和“包含”可以表示还可以包括或包含没有列出的其他组分，也可以仅包括或包含列出的组分。

如果没有特别的说明，在本申请中，术语“或”是包括性的。举例来说，短语“A 或 B”表示“A, B, 或 A 和 B 两者”。更具体地，以下任一条件均满足条件“A 或 B”：A 为真（或存在）并且 B 为假（或不存在）；A 为假（或不存在）而 B 为真（或存在）；或 A 和 B 都为真（或存在）。

正极浆料主要是由正极活性材料、导电剂、粘结剂和溶剂形成的固-液相混合体系。为了提高体系中不同组分分布的均匀性，常通过搅拌、球磨、超声等工艺进行合浆。然而，现有技术中的合浆工艺通常只适用于固定组分的浆料体系，通用性差，浆料中各组分的物性发生变化后，合浆工艺往往需要调整。例如，现有技术中的合浆工艺不能适用于大分子量粘结剂，也无法适用于重均分子量分散性大、批次稳定性差的粘结剂。使用不同批次粘结剂的浆料采用相同的现有技术中的合浆工艺制备后性能差异性大，浆料容易出现凝胶，难以满足极片的生产需求。

[正极浆料的制备方法]

基于此，本申请提出了一种正极浆料的制备方法，包括第一搅拌、第二搅拌、第三搅拌和第四搅拌；第一搅拌中，将正极活性材料与导电剂混合搅拌，制备干混料；第二搅拌中，将粘结剂与溶剂混合搅拌，制备胶液；第三搅拌中，将干混料与胶液混合搅拌，制备初级浆料；第四搅拌中，将粘结剂、溶剂与初级浆料混合搅拌，制备正极浆料；第二搅拌中使用的粘结剂和溶剂分别与第四搅拌中使用的粘结剂和溶剂相同；基于第二搅拌中使用的粘结剂和第四搅拌中使用的粘结剂的总质量计，第二搅拌中使用的粘结剂的质量比为 50%~70%，第四搅拌中使用的粘结剂的质量比为 30%~50%。

在一些实施方式中，正极活性材料为含锂的过渡金属氧化物。在一些实施方式中，正极活性材料为磷酸铁锂及其改性材料、锂镍钴锰氧化物及其改性材料中的至少一种，所述改性材料是通过掺杂、导电碳包覆、导电金属包覆、导电聚合物包覆中的一种或多种改性方式制备的。

在一些实施方式中，导电剂可以包括超导碳、炭黑、碳纳米管、石墨烯及碳纳米纤维中的至少一种。

在一些实施方式中，溶剂为水性介质，如去离子水。

在一些实施方式中，溶剂为油性介质，选自 N-甲基-2-吡咯烷酮、N,N-二甲基丙酰胺、N,N-二乙基丙酰胺、N,N-二丙基丙酰胺、N,N-二

丁基丙酰胺、N,N-二甲基乙基丙酰胺以及 3-丁氧基-N-甲基丙酰胺中的一种或多种。

在该制备方法中,先将正极活性材料与导电剂进行第一搅拌得到干混料,第一搅拌使两者机械铆合,形成紧密缠结;然后将粘结剂与溶剂混合进行第二搅拌制备胶液,该步骤可以实现粘结剂在溶剂中的有效分散,避免粘结剂直接与其他材料混合搅拌导致的团聚和絮凝;然后将正极活性材料与导电剂形成的干混料与胶液混合进行第三搅拌制备初级浆料,第三搅拌可以有效地将正极活性材料和导电剂分散于胶液中,胶液中的粘结剂可以通过静电作用和空间位阻作用提高浆料的稳定性,减少正极活性材料和导电剂的团聚以及沉降;最后将粘结剂和溶剂与初级浆料混合进行第四搅拌,得到正极浆料,第四搅拌中通过再次加入的粘结剂包覆于正极活性材料以及导电剂上,对浆料中的物料起到维稳分散的作用,减缓浆料的凝胶,第四搅拌中通过再次加入的溶剂能够有效调节浆料的出货粘度,防止出货粘度过高,影响后续的涂布工作。

基于所述第二搅拌中使用的粘结剂和所述第四搅拌中使用的粘结剂的总质量计,所述第二搅拌中使用的粘结剂的质量比为 50%~70%,所述第四搅拌中使用的粘结剂的质量比为 30%~50%。若第二搅拌或第四搅拌中加入的粘结剂质量过多或过少,都无法有效降低浆料的出货粘度和静置 24 小时后的粘度,无法达到减缓浆料凝胶的目的。

现有技术中的正极浆料的制备方法兼容性差,无法适应浆料中粘结剂重均分子量的差异,因此,对于材料提出了很高的精度需求。本申请通过分步合浆,降低了正极浆料的出货粘度和静置 24 小时的粘度,缓解了正极浆料的凝胶现象,使得具有高重均分子量粘结剂的浆料依然具有低的出货粘度和静置 24 小时后的粘度和抗凝性,提高制备方法的普适性。本申请的制备方法不仅适用于低重均分子量的粘结剂,也能适用于高重均分子量的粘结剂,能够有效缓解不同浆料的凝胶现象,有助于提高生产效率、拓宽浆料涂覆的工艺窗口。

在本文中，术语“工艺窗口”指能够保证产品质量的工艺区间，包括但不限于温度区间、压力区间、存储时间长度等，可以理解的是工艺窗口越宽，对工艺精度的需求越低。

在一些实施方式中，所述粘结剂包含至少一种重均分子量为 80 万~800 万的聚偏氟乙烯。在一些实施方式中，聚偏氟乙烯的重均分子量可选为 80 万、100 万、150 万、200 万、250 万、300 万、350 万、400 万、450 万、500 万、550 万、600 万、650 万、700 万、750 万、800 万中的任意一种。

在本文中，术语“重均分子量”是指聚合物按质量的统计平均分子量，在单位重量上平均得到的分子量。

现有技术中的合浆工艺难以适用于高重均分子量的粘结剂。以现有技术制备出的具有高分子量粘结剂的正极浆料容易具有高的出货粘度，难以满足涂布需求，而且易于出现严重的凝胶现象。而本申请公开的制备方法通过分步加入粘结剂以及搅拌速度的相互配合能够适用于重均分子量高达 800 万的粘结剂，使得浆料依然具有低的出货粘度和静置 24 小时后的粘度以及良好的抗凝胶性，能够满足高分子量粘结剂的使用需求。

在一些实施方式中，所述第三搅拌中先进行低速搅拌，再进行高速搅拌。可以理解，低速搅拌和高速搅拌是相对而言的。若第三搅拌中低速搅拌的速度为 v_1 ，高速搅拌的速度为 v_2 ，则 v_1 低于 v_2 ， v_1 和 v_2 代表搅拌的自转速度。

第三搅拌中，先将干混料与胶液低速搅拌，使得干混料充分分散在胶液中的同时避免了干混料被过分剪切，保证了正极活性材料与导电剂结构的完整性，并且经过低速搅拌后胶液包覆在正极活性材料与导电剂表面，可以避免后续的高速搅拌对正极活性材料与导电剂进行过分剪切；低速搅拌后再进行高速搅拌，可以降低浆料的粘度，为后续制备低出货粘度的正极浆料提供了可能。

在一些实施方式中，第三搅拌中低速搅拌的公转速度为 15 转/分钟~25 转/分钟，自转速度为 400 转/分钟~800 转/分钟，搅拌时间为 5

分钟~15分钟。

在本文中,术语“自转速度”是指搅拌器绕自身轴线转动的速度。

在本文中,术语“公转速度”是指搅拌器绕装载物料的釜体转动的速度。

在一些实施方式中,第三搅拌中低速搅拌的公转速度可选为15转/分钟、20转/分钟、25转/分钟中的任意一种。

在一些实施方式中,第三搅拌中低速搅拌的自转速度可选为400转/分钟、500转/分钟、600转/分钟、700转/分钟、800转/分钟中的任意一种。

在一些实施方式中,第三搅拌中低速搅拌的搅拌时间可选为5分钟、10分钟、15分钟中的任意一种。

在一些实施方式中,搅拌装置为行星搅拌机。行星搅拌机的工作原理是搅拌机启动后,行星架转动,带动箱内搅拌轴转动,在围绕料筒轴线公转的同时高速自转,从而物料受到强烈的剪切、捏合作用。可以理解,本申请提供的制备方法适用于任何类型的行星搅拌机。

若第三搅拌中低速搅拌的公转速度过小或自转速度过小或搅拌时间过短,导电剂与活性材料形成的干混料不能有效的分散于胶液中,浆料的出货粘度和静置24小时后的粘度过大,浆料容易出现凝胶,浆料的稳定性较差;若第三搅拌中低速搅拌的公转速度过大或自转速度过大或搅拌时间过长,无法进一步显著改善浆料的出货粘度、浆料静置24小时后的粘度、浆料的凝胶现象,且导致能源的浪费、制备成本的增加。

综上所述,控制第三搅拌中低速搅拌的公转速度、自转速度和搅拌时间在合适的范围,能够使得浆料具有低的出货粘度、低的静置24小时后的粘度和优异的抗凝胶性,有利于提高浆料的涂布性能、加工性能和稳定性。

在一些实施方式中,第三搅拌中高速搅拌的公转速度为20转/分钟~30转/分钟,自转速度为1000转/分钟~1300转/分钟,搅拌时间为50分钟~80分钟。

在一些实施方式中，第三搅拌中高速搅拌的公转速度可选为 20 转/分钟、25 转/分钟、30 转/分钟中的任意一种。

在一些实施方式中，第三搅拌中高速搅拌的自转速度可选为 1000 转/分钟、1100 转/分钟、1200 转/分钟、1300 转/分钟中的任意一种。

在一些实施方式中，第三搅拌中高速搅拌的搅拌时间可选为 50 分钟、60 分钟、70 分钟、80 分钟中的任意一种。

若第三搅拌中高速搅拌的公转速度过小或自转速度过小或搅拌时间过短，初级浆料不能被强力剪切，浆料的出货粘度和静置 24 小时后的粘度过大，浆料容易出现凝胶，浆料稳定性较差；若第三搅拌中高速搅拌的公转速度过大或自转速度过大或搅拌时间过长，无法进一步显著改善浆料的出货粘度、浆料静置 24 小时后的粘度和浆料的凝胶现象，且导致能源的浪费、生产效率的降低。

综上所述，控制第三搅拌中高速搅拌的公转速度、自转速度和搅拌时间在合适范围，使得浆料具有低的出货粘度、低的静置 24 小时后的粘度和优异的抗凝胶性，有利于提高浆料的涂布性能、加工性能和稳定性。

在一些实施方式中，第一搅拌的自转速度为 0。

控制第一搅拌的自转速度为 0，能够将第一搅拌的剪切力最小化，充分减少活性材料与导电剂被过分打碎的可能性，保证正极活性材料与导电剂具有一定的颗粒度和比表面积，有助于提高正极活性材料与导电剂的分散效果，降低浆料静置 24 小时后的粘度，减缓浆料的凝胶现象，提高浆料的稳定性。

在一些实施方式中，第一搅拌的公转速度为 20 转/分钟~30 转/分钟。

在一些实施方式中，第一搅拌的公转速度可选为 20 转/分钟、25 转/分钟、30 转/分钟中的任意一种。

若第一搅拌的公转速度过小，正极活性材料和导电剂不能有效混合，浆料的出货粘度和静置 24 小时后的粘度过大，浆料容易出现凝胶，浆料的稳定性较差；若第一搅拌的公转速度过大，无法进一步显

著改善浆料的出货粘度、浆料静置 24 小时后的粘度、浆料的凝胶现象，反而导致能源的浪费、生产成本的提高。

控制第一搅拌的公转速度在合适范围内，使得浆料具有低的出货粘度、低的静置 24 小时后的粘度和抗凝胶性，有利于提高浆料的涂布性能、加工性能和稳定性。

在一些实施方式中，第一搅拌的搅拌时间为 5 分钟~20 分钟。在一些实施方式中，第一搅拌的搅拌时间可选为 5 分钟、10 分钟、15 分钟、20 分钟中任意一种。

若第一搅拌的搅拌时间过短，正极活性材料和导电剂不能有效混合，浆料的出货粘度和静置 24 小时后的粘度过大，浆料容易出现凝胶，浆料的稳定性较差；若第一搅拌的搅拌时间过大，无法进一步显著改善浆料的出货粘度、浆料静置 24 小时后的粘度、浆料的凝胶现象，反而导致能源的浪费、生产效率的降低。

控制第一搅拌的搅拌时间在合适的范围，使得浆料具有低的出货粘度、低的静置 24 小时后的粘度和抗凝胶性，有利于提高浆料的涂布性能、加工性能和稳定性。

在一些实施方式中，第二搅拌的搅拌时间为 50 分钟~80 分钟。在一些实施方式中，第二搅拌的搅拌时间可选为 50 分钟、60 分钟、70 分钟、80 分钟中的任意一种。

若第二搅拌的搅拌时间过短，粘结剂与溶剂不能有效混合，浆料的出货粘度和静置 24 小时后的粘度过大，浆料容易出现凝胶，浆料的稳定性较差；若第二搅拌的搅拌时间过长，无法进一步显著改善浆料的出货粘度、浆料静置 24 小时后的粘度、浆料的凝胶现象，反而导致能源的浪费、降低生产效率。

控制第二搅拌的搅拌时间在合适的范围，使得浆料具有低的出货粘度、低的静置 24 小时后的粘度和抗凝胶性，有利于提高浆料的涂布性能、加工性能和稳定性。

在一些实施方式中，第二搅拌的公转速度为 25 转/分钟~40 转/分钟。在一些实施方式中，第二搅拌的公转速度可选为 25 转/分钟、30

转/分钟、35 转/分钟、40 转/分钟中的任意一种。

若第二搅拌的公转速度过小，粘结剂与溶剂不能有效混合，浆料的出货粘度和静置 24 小时后的粘度过大，浆料容易出现凝胶，浆料的稳定性较差；若第二搅拌的公转速度过大，浆料容易出现凝胶。

控制第二搅拌的公转速度在合适的范围，使得浆料具有低的出货粘度和低的静置 24 小时后的粘度，同时有利于减缓浆料的凝胶状态，提高浆料的稳定性，拓宽浆料涂覆的工艺窗口。

在一些实施方式中，第二搅拌的自转速度 1000 转/分钟~1300 转/分钟，在一些实施方式中，第二搅拌的自转速度可选为 1000 转/分钟、1100 转/分钟、1200 转/分钟、1300 转/分钟中的任意一种。

若第二搅拌的公转速度过小，粘结剂与溶剂不能有效混合，浆料的出货粘度和静置 24 小时后的粘度过大，浆料容易出现凝胶，浆料的稳定性较差；若第二搅拌的公转速度过大，无法进一步显著改善浆料的出货粘度、浆料静置 24 小时后的粘度、浆料的凝胶现象，反而导致能源的浪费、生产成本的提高。

控制第二搅拌的自转速度在合适的范围，使得浆料具有低的出货粘度、低的静置 24 小时后的粘度和抗凝胶性，有利于提高浆料的涂布性能、加工性能和稳定性。

在一些实施方式中，第四搅拌的搅拌时间为 60 分钟~90 分钟。在这些实施方式中，第四搅拌的搅拌时间可选为 60 分钟、70 分钟、80 分钟、90 分钟中的任意一种。

若第四搅拌的搅拌时间过短，粘结剂与溶剂不能和初级浆料有效混合，浆料的出货粘度和静置 24 小时后的粘度过大，浆料容易出现凝胶，浆料的稳定性较差；若第四搅拌的搅拌时间过长，会导致正极活性材料和导电剂容易发生破碎，浆料容易出现凝胶。

控制第四搅拌的搅拌时间在合适的范围，使得浆料具有低的出货粘度和低的静置 24 小时后的粘度，同时有利于减缓浆料的凝胶状态，提高浆料的稳定性，拓宽工艺窗口。

在一些实施方式中，第四搅拌的公转速度为 25 转/分钟~40 转/分

钟。在一些实施方式中，第四搅拌的公转速度可选为 25 转/分钟、30 转/分钟、35 转/分钟、40 转/分钟中的任意一种。

若第四搅拌的公转速度过小，粘结剂与溶剂不能和初级浆料有效混合，浆料的出货粘度和静置 24 小时后的粘度过大，浆料容易出现凝胶，浆料的稳定性较差；若第四搅拌的公转速度过大，会导致正极活性材料和导电剂容易发生破碎，浆料容易出现凝胶。

控制第四搅拌的公转速度在合适的范围，使得浆料具有低的出货粘度和低的静置 24 小时后的粘度，同时有利于减缓浆料的凝胶状态，提高浆料的稳定性，拓宽工艺窗口。

在一些实施方式中，第四搅拌的自转速度为 1000 转/分钟~1300 转/分钟。在一些实施方式中，第四搅拌的自转速度可选为 1000 转/分钟、1100 转/分钟、1200 转/分钟、1300 转/分钟中的任意一种。

若第四搅拌的自转速度过小，粘结剂与溶剂不能和初级浆料有效混合，浆料的出货粘度和静置 24 小时后的粘度过大，浆料容易出现凝胶，浆料的稳定性较差；若第四搅拌的自转速度过大，会导致正极活性材料和导电剂容易发生破碎，浆料容易出现凝胶。

控制第四搅拌的搅拌时间在合适的范围，使得浆料具有低的出货粘度和低的静置 24 小时后的粘度，同时有利于减缓浆料的凝胶状态，提高浆料的稳定性，拓宽工艺窗口。

在一些实施方式中，正极浆料的固含量为 65%~70%，且所述正极浆料的粘度为 6000~31000mPa·s。

正极浆料的固含量和粘度均可以通过本领域已知的任意方法进行测试。如粘度可以采用旋转粘度剂测量，固含量可以通过测试浆料去除水分前后的重量进行测试。

在一些实施方式中，正极浆料的固含量可选为 65%、66%、67%、68%、69%、70%中的任意一种。

在一些实施方式中，正极浆料的粘度可选为 6000mPa·s、7000mPa·s、8000mPa·s、9000mPa·s、10000mPa·s、11000mPa·s、12000mPa·s、13000mPa·s、14000mPa·s、15000mPa·s、16000mPa·s、

17000mPa·s、18000mPa·s、19000mPa·s、20000mPa·s、21000mPa·s、22000mPa·s、23000mPa·s、24000mPa·s、25000mPa·s、26000mPa·s、27000mPa·s、28000mPa·s、29000mPa·s、30000mPa·s、31000mPa·s 中的任意一种。

本申请的制备方法成型的浆料固含量高，粘度适宜，具有优异的加工性，上述浆料可以直接用于后续的涂布工艺，能够提高生产效率。

在一些实施方式中，基于所述正极活性材料、所述导电剂、所述第二搅拌中使用的粘结剂和所述第四搅拌中使用的粘结剂的总质量计，所述第二搅拌中使用的溶剂的质量百分数为 35%~45%，所述第四搅拌中使用的溶剂的质量百分数为 4%~10%。

在一些实施方式中，所述正极浆料中，所述正极活性材料的质量、所述粘结剂总质量、所述导电剂的质量的比值为(88~96)：(2~4)：(2~8)。

可以理解，粘结剂总质量是指所述第二搅拌中使用的粘结剂和所述第四搅拌中使用的粘结剂的质量和。加入的粘结剂、正极活性材料和导电剂的质量可以由本领域技术人员根据搅拌设备的额定范围确定。

上述范围内的正极浆料既有良好的加工性能，又使得成型后的正极极片具有优异的电化学性能。

[正极浆料]

本申请的一个实施方式中，提供一种正极浆料，正极浆料的固含量为 65%~70%，所述正极浆料的初始粘度为 6000~31000mPa·s，且静置 24 小时后，所述正极浆料的粘度不超过 49000mPa·s。

初始粘度是指正极浆料刚配置完成时的出货粘度。

在一些实施方式中，所述正极浆料是由上述任意实施方式中的正极浆料的制备方法制备的。

在一些实施方式中，正极浆料在静置 24 小时后，粘度不超过 48000mPa·s、45000mPa·s、41000mPa·s、35000mPa·s、31000mPa·s 或 26000mPa·s。

本申请的制备方法成型的浆料固含量高，粘度适宜，具有优异的加工性，同时浆料具有优异的存储性能。

另外，以下适当参照附图对本申请的二次电池、电池模块、电池包和用电装置进行说明。

本申请的一个实施方式中，提供一种二次电池。

通常情况下，二次电池包括正极极片、负极极片、电解质和隔离膜。正极极片由任意实施方式中的制备方法制备的正极浆料制备而得。

在一些实施方式中，二次电池为锂离子电池、钠离子电池、镁离子电池、钾离子电池中的任意一种。

在电池充放电过程中，活性离子在正极极片和负极极片之间往返嵌入和脱出。电解质在正极极片和负极极片之间起到传导离子的作用。隔离膜设置在正极极片和负极极片之间，主要起到防止正负极短路的作用，同时可以使离子通过。

[正极极片]

正极极片包括正极集流体以及设置在正极集流体至少一个表面的正极膜层，正极膜层由本申请任意实施方式中的正极浆料的制备方法制备的正极浆料或任意实施方式中的正极浆料制备而得。

作为示例，正极集流体具有在其自身厚度方向相对的两个表面，正极膜层设置在正极集流体相对的两个表面的其中任意一者或两者上。

在一些实施方式中，所述正极集流体可采用金属箔片或复合集流体。例如，作为金属箔片，可采用铝箔。复合集流体可包括高分子材料基层和形成于高分子材料基层至少一个表面上的金属层。复合集流体可通过将金属材料（铝、铝合金、镍、镍合金、钛、钛合金、银及银合金等）形成在高分子材料基材（如聚丙烯（PP）、聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）、聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）、聚苯乙烯（PS）、聚乙烯（PE）等的基材）上而形成。

在一些实施方式中，正极活性材料可采用本领域公知的用于电池

的正极活性材料。作为示例，正极活性材料可包括以下材料中的至少一种：橄榄石结构的含锂磷酸盐、锂过渡金属氧化物及其各自的改性化合物。但本申请并不限于这些材料，还可以使用其他可被用作电池正极活性材料的传统材料。这些正极活性材料可以仅单独使用一种，也可以将两种以上组合使用。其中，锂过渡金属氧化物的示例可包括但不限于锂钴氧化物（如 LiCoO_2 ）、锂镍氧化物（如 LiNiO_2 ）、锂锰氧化物（如 LiMnO_2 、 LiMn_2O_4 ）、锂镍钴氧化物、锂锰钴氧化物、锂镍锰氧化物、锂镍钴锰氧化物（如 $\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ （也可以简称为 NCM_{333} ））、 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_2$ （也可以简称为 NCM_{523} ）、 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Co}_{0.25}\text{Mn}_{0.25}\text{O}_2$ （也可以简称为 NCM_{211} ）、 $\text{LiNi}_{0.6}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.2}\text{O}_2$ （也可以简称为 NCM_{622} ）、 $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2$ （也可以简称为 NCM_{811} ）、锂镍钴铝氧化物（如 $\text{LiNi}_{0.85}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$ ）及其改性化合物等中的至少一种。橄榄石结构的含锂磷酸盐的示例可包括但不限于磷酸铁锂（如 LiFePO_4 （也可以简称为 LFP））、磷酸铁锂与碳的复合材料、磷酸锰锂（如 LiMnPO_4 ）、磷酸锰锂与碳的复合材料、磷酸锰铁锂、磷酸锰铁锂与碳的复合材料中的至少一种。

在一些实施方式中，正极膜层还可选地包括粘结剂。作为示例，所述粘结剂可以包括聚偏氟乙烯（PVDF）、聚四氟乙烯（PTFE）、偏氟乙烯-四氟乙烯-丙烯三元共聚物、偏氟乙烯-六氟丙烯-四氟乙烯三元共聚物、四氟乙烯-六氟丙烯共聚物及含氟丙烯酸酯树脂中的至少一种。

在一些实施方式中，正极膜层还可选地包括导电剂。作为示例，所述导电剂可以包括超导碳、乙炔黑、炭黑、科琴黑、碳点、碳纳米管、石墨烯及碳纳米纤维中的至少一种。

在一些实施方式中，可以通过以下方式制备正极极片：将上述用于制备正极极片的组分，例如正极活性材料、导电剂、粘结剂和溶剂（例如 N-甲基-2-吡咯烷酮）采用本申请任意实施方式中的正极浆料的制备方法进行正极浆料的制备，将制备的正极浆料涂覆在正极集流体上，经烘干、冷压等工序后，即可得到正极极片。

[负极极片]

负极极片包括负极集流体以及设置在负极集流体至少一个表面上的负极膜层，所述负极膜层包括负极活性材料。

作为示例，负极集流体具有在其自身厚度方向相对的两个表面，负极膜层设置在负极集流体相对的两个表面中的任意一者或两者上。

在一些实施方式中，所述负极集流体可采用金属箔片或复合集流体。例如，作为金属箔片，可以采用铜箔。复合集流体可包括高分子材料基层和形成于高分子材料基材至少一个表面上的金属层。复合集流体可通过将金属材料（铜、铜合金、镍、镍合金、钛、钛合金、银及银合金等）形成在高分子材料基材（如聚丙烯（PP）、聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）、聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）、聚苯乙烯（PS）、聚乙烯（PE）等的基材）上而形成。

在一些实施方式中，负极活性材料可采用本领域公知的用于电池的负极活性材料。作为示例，负极活性材料可包括以下材料中的至少一种：人造石墨、天然石墨、软炭、硬炭、硅基材料、锡基材料和钛酸锂等。所述硅基材料可选自单质硅、硅氧化合物、硅碳复合物、硅氮复合物以及硅合金中的至少一种。所述锡基材料可选自单质锡、锡氧化合物以及锡合金中的至少一种。但本申请并不限于这些材料，还可以使用其他可被用作电池负极活性材料的传统材料。这些负极活性材料可以仅单独使用一种，也可以将两种以上组合使用。

在一些实施方式中，负极膜层还可选地包括粘结剂。所述粘结剂可选自丁苯橡胶（SBR）、聚丙烯酸（PAA）、聚丙烯酸钠（PAAS）、聚丙烯酰胺（PAM）、聚乙烯醇（PVA）、海藻酸钠（SA）、聚甲基丙烯酸（PMAA）及羧甲基壳聚糖（CMCS）中的至少一种。

在一些实施方式中，负极膜层还可选地包括导电剂。导电剂可选自超导碳、乙炔黑、炭黑、科琴黑、碳点、碳纳米管、石墨烯及碳纳米纤维中的至少一种。

在一些实施方式中，负极膜层还可选地包括其他助剂，例如增稠剂（如羧甲基纤维素钠（CMC-Na））等。

在一些实施方式中，可以通过以下方式制备负极极片：将上述用于制备负极极片的组分，例如负极活性材料、导电剂、粘结剂和任意其他组分分散于溶剂（例如去离子水）中，形成负极浆料；将负极浆料涂覆在负极集流体上，经烘干、冷压等工序后，即可得到负极极片。

[电解质]

电解质在正极极片和负极极片之间起到传导离子的作用。本申请对电解质的种类没有具体的限制，可根据需求进行选择。例如，电解质可以是液态的、凝胶态的或全固态的。

在一些实施方式中，所述电解质采用电解液。所述电解液包括电解质盐和溶剂。

在一些实施方式中，电解质盐可选自六氟磷酸锂、四氟硼酸锂、高氯酸锂、六氟砷酸锂、双氟磺酰亚胺锂、双三氟甲磺酰亚胺锂、三氟甲磺酸锂、二氟磷酸锂、二氟草酸硼酸锂、二草酸硼酸锂、二氟二草酸磷酸锂及四氟草酸磷酸锂中的至少一种。

在一些实施方式中，溶剂可选自碳酸亚乙酯、碳酸亚丙酯、碳酸甲乙酯、碳酸二乙酯、碳酸二甲酯、碳酸二丙酯、碳酸甲丙酯、碳酸乙丙酯、碳酸亚丁酯、氟代碳酸亚乙酯、甲酸甲酯、乙酸甲酯、乙酸乙酯、乙酸丙酯、丙酸甲酯、丙酸乙酯、丙酸丙酯、丁酸甲酯、丁酸乙酯、1,4-丁内酯、环丁砜、二甲砜、甲乙砜及二乙砜中的至少一种。

在一些实施方式中，所述电解液还可选地包括添加剂。例如添加剂可以包括负极成膜添加剂、正极成膜添加剂，还可以包括能够改善电池某些性能的添加剂，例如改善电池过充性能的添加剂、改善电池高温或低温性能的添加剂等。

[隔离膜]

在一些实施方式中，二次电池中还包括隔离膜。本申请对隔离膜的种类没有特别的限制，可以选用任意公知的具有良好的化学稳定性和机械稳定性的多孔结构隔离膜。

在一些实施方式中，隔离膜的材质可选自玻璃纤维、无纺布、聚乙烯、聚丙烯及聚偏二氟乙烯中的至少一种。隔离膜可以是单层薄膜，

也可以是多层复合薄膜,没有特别限制。在隔离膜为多层复合薄膜时,各层的材料可以相同或不同,没有特别限制。

在一些实施方式中,正极极片、负极极片和隔离膜可通过卷绕工艺或叠片工艺制成电极组件。

在一些实施方式中,二次电池可包括外包装。该外包装可用于封装上述电极组件及电解质。

在一些实施方式中,二次电池的外包装可以是硬壳,例如硬塑料壳、铝壳、钢壳等。二次电池的外包装也可以是软包,例如袋式软包。软包的材质可以是塑料,作为塑料,可列举出聚丙烯、聚对苯二甲酸丁二醇酯以及聚丁二酸丁二醇酯等。

本申请对二次电池的形状没有特别的限制,其可以是圆柱形、方形或其他任意的形状。例如,图1是作为一个示例的方形结构的二次电池5。

在一些实施方式中,参照图2,外包装可包括壳体51和盖板53。其中,壳体51可包括底板和连接于底板上的侧板,底板和侧板围合形成容纳腔。壳体51具有与容纳腔连通的开口,盖板53能够盖设于所述开口,以封闭所述容纳腔。正极极片、负极极片和隔离膜可经卷绕工艺或叠片工艺形成电极组件52。电极组件52封装于所述容纳腔内。电解液浸润于电极组件52中。二次电池5所含电极组件52的数量可以为一个或多个,本领域技术人员可根据具体实际需求进行选择。

在一些实施方式中,二次电池可以组装成电池模块,电池模块所含二次电池的数量可以为一个或多个,具体数量本领域技术人员可根据电池模块的应用和容量进行选择。

图3是作为一个示例的电池模块4。参照图3,在电池模块4中,多个二次电池5可以是沿电池模块4的长度方向依次排列设置。当然,也可以按照其他任意的方式进行排布。进一步可以通过紧固件将该多个二次电池5进行固定。

可选地,电池模块4还可以包括具有容纳空间的外壳,多个二次电池5容纳于该容纳空间。

在一些实施方式中，上述电池模块还可以组装成电池包，电池包所含电池模块的数量可以为一个或多个，具体数量本领域技术人员可根据电池包的应用和容量进行选择。

图4和图5是作为一个示例的电池包1。参照图4和图5，在电池包1中可以包括电池箱和设置于电池箱中的多个电池模块4。电池箱包括上箱体2和下箱体3，上箱体2能够盖设于下箱体3，并形成用于容纳电池模块4的封闭空间。多个电池模块4可以按照任意的方式排布于电池箱中。

另外，本申请还提供一种用电装置，所述用电装置包括本申请提供的二次电池、电池模块、或电池包中的至少一种。所述二次电池、电池模块、或电池包可以用作所述用电装置的电源，也可以用作所述用电装置的能量存储单元。所述用电装置可以包括移动设备（例如手机、笔记本电脑等）、电动车辆（例如纯电动车、混合动力电动车、插电式混合动力电动车、电动自行车、电动踏板车、电动高尔夫球车、电动卡车等）、电气列车、船舶及卫星、储能系统等，但不限于此。

作为所述用电装置，可以根据其使用需求来选择二次电池、电池模块或电池包。

图6是作为一个示例的用电装置。该用电装置为纯电动车、混合动力电动车、或插电式混合动力电动车等。为了满足该用电装置对二次电池的高功率和高能量密度的需求，可以采用电池包或电池模块。

作为另一个示例的装置可以是手机、平板电脑、笔记本电脑等。该装置通常要求轻薄化，可以采用二次电池作为电源。

实施例

以下，说明本申请的实施例。下面描述的实施例是示例性的，仅用于解释本申请，而不能理解为对本申请的限制。实施例中未注明具体技术或条件的，按照本领域内的文献所描述的技术或条件或者按照产品说明书进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者，均为可以通过市购获得的常规产品。

一、制备方法

实施例 1

1) 正极浆料的制备

第一搅拌:将 25kg 导电炭黑与 1200kg 磷酸铁锂在双行星搅拌机中混合搅拌混合,搅拌时间为 15 分钟,公转速度为 25 转/分钟,自转速度为 0,得到干混料;

第二搅拌:将 17kg 重均分子量为 180 万的聚偏氟乙烯粘结剂与 500kg N-甲基-2-吡咯烷酮混合搅拌,公转速度 25 转/分钟,自转速 1200 转/分钟,搅拌时间 60 分钟,得到胶液;

第三搅拌:将干混料加入到胶液中混合搅拌,公转速度 20 转/分钟,自转速度 600 转/分钟,搅拌 10 分钟,再以公转速度 25 转/分钟,自转速度 1200 转/分钟,搅拌 70 分钟,得到初级浆料;

第四搅拌:将 8kg 重均分子量为 180 万的聚偏氟乙烯粘结剂、60kg N-甲基-2-吡咯烷酮和初级浆料混合搅拌,公转速度 30 转/分钟,自转速度 1200 转/分钟,搅拌 70 分钟,得到粘度为 18000mPa·s、固含量为 68%的正极浆料。

实施例 2~3

制备方法与实施例 1 基本相同,区别在于调整了第二搅拌中粘结剂的质量比,具体参数参见表格 1。

实施例 4~9

制备方法与实施例 1 基本相同,区别在于调整了聚偏氟乙烯粘结剂的重均分子量,具体参数参见表格 1。

实施例 10~67

制备方法与实施例 1 基本相同,区别在于调整了搅拌参数,具体参数参见表 1。

对比例 1

1) 将 8kg 导电炭黑与 1200kg 磷酸铁锂在双行星搅拌机中混合搅拌混合,搅拌时间为 15 分钟,公转速度为 25 转/分钟,自转速度为 0,得到干混料;

2) 将 18kg 重均分子量为 180 万的聚偏氟乙烯粘结剂与 560kg N-

甲基-2-吡咯烷酮混合搅拌，公转速度 25 转/分钟，自转速 1200 转/分钟，搅拌时间 60 分钟，得到胶液；

3) 将干混料加入胶液中，先进行低速搅拌，搅拌时间 200 分钟，公转速度 25 转/分钟，自转速度 1200 转/分钟；再进行高速搅拌，搅拌 60 分钟，公转速度为 30 转/分钟，自转速度为 1300 转/分钟，得到正极浆料。

对比例 2~5

制备方法与对比例 1 基本相同，区别在于调整了聚偏氟乙烯粘结剂的重均分子量，具体参数参见表格 1。

对比例 6

1) 将 18kg 重均分子量为 180 万的聚偏氟乙烯粘结剂与 560kg N-甲基-2-吡咯烷酮混合搅拌，公转速度 25 转/分钟，自转速 1200 转/分钟，搅拌时间 60 分钟，得到胶液；

2) 将 1200kg 磷酸铁锂加入到胶液混合搅拌，搅拌时间 60 分钟，公转速度为 25 转/分钟，自转速度为 1200 转/分钟，得到初级浆料；

3) 将 8kg 导电炭黑加入到初级浆料混合搅拌，搅拌时间 140 分钟，公转速度为 30 转/分钟，自转速度为 1200 转/分钟，得到正极浆料。

对比例 7~10

制备方法与对比例 6 基本相同，区别在于调整了聚偏氟乙烯粘结剂的重均分子量，具体参数参见表格 1。

对比例 11~12

制备方法与实施例 1 基本相同，区别在于调整了第二搅拌中粘结剂的质量比，具体参数参见表格 1。

二、浆料性质测试

1、浆料出货粘度测试

将制得的正极浆料放置 10 分钟后出货，采用 Dveslvtjo 旋转粘度测试仪（BROOKFIELD）首次测得的粘度值记为出货粘度，其中，测试条件：25℃，转速 12 转/分钟，测定不低于 2000mPa·s

粘度采用 64 转子，测定小于 2000mPa·s 粘度采用 62 转子。平行测定三次，取平均值。

2、浆料静置 24 小时之后的粘度变化测试

将静置 24 小时后的浆料重新进行粘度测试，采用 Dveslvtjo 旋转粘度测试仪（BROOKFIELD）测得的粘度值记为 24 小时粘度，其中，测试条件：25℃，转速 12 转/分钟，测定不低于 200mPa·s 粘度采用 64 转子，测定小于 2000mPa·s 粘度采用 62 转子。平行测定三次，取平均值。

3、浆料静置 24 小时之后的凝胶状态测试

在浆料静置 24 小时后，使用钢直尺挑起烧杯中的浆料，根据浆料流动状态判断浆料的凝胶状态。

无凝胶状态为浆料自然流动不断流，浆料在钢尺表面平流，无结块；

轻微凝胶状态为浆料自然流动不断流，但流体较细，浆料在钢尺表面基本平摊，有轻微小块；

中度凝胶状态为浆料自然滴落、时断时续；不连续成流，浆料在钢尺表面无法平摊，有明显块状团聚；

严重凝胶状态为浆料无法成流流下，结成块掉落或直接留在钢尺上无法流下。

4、浆料固含量测试

取小片铝箔于水分测定仪内称重，记为 M0，清零，水分测定仪为 MOC-120H；

取上层浆料，少量涂覆与极片上，然后放入水分测定仪内称重，记为 M1；

合上设备，开始烘干；结束后，记录称重数据，记录为 M2，并计算固含量，固含量为 $(M2-M0)/(M1-M0)$ 。

三、各实施例、对比例测试结果分析

按照上述方法分别制备各实施例和对比例的正极浆料，并测量各项参数，结果见下表 1。

表 1 实施例和对比例的制备参数和结果表

序号	聚偏乙稀重均分子量/万	第一搅拌			第二搅拌			第三搅拌 的低速搅拌			第三搅拌 的高速搅拌			第四搅拌			原料				
		时间/min	公转速度/rpm	自转速度/rpm	粘剂的质量分数	时间/min	公转速度/rpm	自转速度/rpm	时间/min	公转速度/rpm	自转速度/rpm	时间/min	公转速度/rpm	自转速度/rpm	时间/min	公转速度/rpm	自转速度/rpm	固含量	出货粘度×10 ³ /mPa·s	24小时粘度×10 ³ /mPa·s	静置24小时凝胶状态
实施例1	180	15	25	0	61.1%	60	25	1200	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	18.3	32.1	轻微凝胶
实施例2	180	15	25	0	50.0%	60	25	1200	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	24	39	中度凝胶
实施例3	180	15	25	0	70.0%	60	25	1200	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	14	26	无凝胶
实施例4	20	15	25	0	61.1%	60	25	1200	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	8	18	无凝胶
实施例5	80	15	25	0	61.1%	60	25	1200	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	11	20	无凝胶
实施例6	300	15	25	0	61.1%	60	25	1200	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	15.9	31	轻微凝胶
实施例7	500	15	25	0	61.1%	60	25	1200	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	19	35	中度凝胶
实施例8	700	15	25	0	61.1%	60	25	1200	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	23	38	中度凝胶
实施例9	800	15	25	0	61.1%	60	25	1200	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	31	49	中度凝胶
实施例10	180	15	25	0	61.1%	60	25	1200	2	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	31	超量程	严重凝胶
实施例11	180	15	25	0	61.1%	60	25	1200	5	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	25	34	中度凝胶
实施例12	180	15	25	0	61.1%	60	25	1200	15	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	13	21	无凝胶
实施例13	180	15	25	0	61.1%	60	25	1200	20	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	13	20	无凝胶
实施例14	180	15	25	0	61.1%	60	25	1200	10	10	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	38	超量程	严重凝胶
实施例15	180	15	25	0	61.1%	60	25	1200	10	15	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	21	31	轻微凝胶
实施例16	180	15	25	0	61.1%	60	25	1200	10	25	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	14	23	无凝胶
实施例17	180	15	25	0	61.1%	60	25	1200	10	30	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	13	23	无凝胶
实施例18	180	15	25	0	61.1%	60	25	1200	10	20	200	70	25	1200	70	30	1200	68%	38	超量程	严重凝胶
实施例19	180	15	25	0	61.1%	60	25	1200	10	20	400	70	25	1200	70	30	1200	68%	31	48	中度凝胶
实施例20	180	15	25	0	61.1%	60	25	1200	10	20	800	70	25	1200	70	30	1200	68%	14.5	21	无凝胶

实施例21	180	15	25	0	61.1%	60	25	1200	10	20	1000	70	25	1200	70	30	1200	68%	14	22	无凝胶
实施例22	180	15	25	0	61.1%	60	25	1200	10	20	600	20	25	1200	70	30	1200	68%	37	超量程	严重凝胶
实施例23	180	15	25	0	61.1%	60	25	1200	10	20	600	50	25	1200	70	30	1200	68%	24	36	中度凝胶
实施例24	180	15	25	0	61.1%	60	25	1200	10	20	600	80	25	1200	70	30	1200	68%	14	21	无凝胶
实施例25	180	15	25	0	61.1%	60	25	1200	10	20	600	100	25	1200	70	30	1200	68%	13	22	无凝胶
实施例26	180	15	25	0	61.1%	60	25	1200	10	20	600	70	10	1200	70	30	1200	68%	37	超量程	严重凝胶
实施例27	180	15	25	0	61.1%	60	25	1200	10	20	600	70	20	1200	70	30	1200	68%	19	37	中度凝胶
实施例28	180	15	25	0	61.1%	60	25	1200	10	20	600	70	30	1200	70	30	1200	68%	14	21	无凝胶
实施例29	180	15	25	0	61.1%	60	25	1200	10	20	600	70	40	1200	70	30	1200	68%	12.5	22	无凝胶
实施例30	180	15	25	0	61.1%	60	25	1200	10	20	600	70	25	500	70	30	1200	68%	39	超量程	严重凝胶
实施例31	180	15	25	0	61.1%	60	25	1200	10	20	600	70	25	1000	70	30	1200	68%	24	38	轻度凝胶
实施例32	180	15	25	0	61.1%	60	25	1200	10	20	600	70	25	1300	70	30	1200	68%	14	21	无凝胶
实施例33	180	15	25	0	61.1%	60	25	1200	10	20	600	70	25	1500	70	30	1200	68%	13.5	22	无凝胶
实施例34	180	15	25	100	61.1%	60	25	1200	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	16	41	严重凝胶
实施例35	180	15	25	200	61.1%	60	25	1200	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	13	45	严重凝胶
实施例36	180	2	25	0	61.1%	60	25	1200	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	37	49	严重凝胶
实施例37	180	5	25	0	61.1%	60	25	1200	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	32	43	中度凝胶
实施例38	180	20	25	0	61.1%	60	25	1200	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	13	23	无凝胶
实施例39	180	30	25	0	61.1%	60	25	1200	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	13	24	无凝胶
实施例40	180	20	10	0	61.1%	60	25	1200	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	38	48	严重凝胶
实施例41	180	20	20	0	61.1%	60	25	1200	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	23	38	中度凝胶
实施例42	180	20	30	0	61.1%	60	25	1200	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	15	21.5	无凝胶
实施例43	180	20	40	0	61.1%	60	25	1200	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	13	22	无凝胶
实施例44	180	20	20	0	61.1%	40	25	1200	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	36	46	严重凝胶

实施例45	180	20	20	0	61.1%	50	25	1200	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	23	37	轻微凝股
实施例46	180	20	20	0	61.1%	80	25	1200	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	13	22	无凝股
实施例47	180	20	20	0	61.1%	100	25	1200	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	13	21	无凝股
实施例48	180	20	20	0	61.1%	60	10	1200	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	32.5	45	严重凝股
实施例49	180	20	20	0	61.1%	60	30	1200	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	14	26	无凝股
实施例50	180	20	20	0	61.1%	60	40	1200	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	13	23	无凝股
实施例51	180	20	20	0	61.1%	60	50	1200	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	13	25	中度凝股
实施例52	180	20	20	0	61.1%	60	25	800	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	36	47.5	严重凝股
实施例53	180	20	20	0	61.1%	60	25	1000	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	23	38	中度凝股
实施例54	180	20	20	0	61.1%	60	35	1300	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	13	21	无凝股
实施例55	180	20	20	0	61.1%	60	25	1500	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	13	22	无凝股
实施例56	180	20	20	0	61.1%	60	25	800	10	20	600	70	25	1200	40	30	1200	68%	39	超量程	严重凝股
实施例57	180	20	20	0	61.1%	60	25	800	10	20	600	70	25	1200	60	30	1200	68%	21	35	轻微凝股
实施例58	180	20	20	0	61.1%	60	25	800	10	20	600	70	25	1200	90	30	1200	68%	13	21	无凝股
实施例59	180	20	20	0	61.1%	60	25	800	10	20	600	70	25	1200	110	30	1200	68%	13	27	中度凝股
实施例60	180	20	20	0	61.1%	60	25	800	10	20	600	70	25	1200	70	15	1200	68%	36	46	严重凝股
实施例61	180	20	20	0	61.1%	60	25	800	110	20	600	70	25	1200	70	25	1200	68%	21	32	轻微凝股
实施例62	180	20	20	0	61.1%	60	25	800	110	20	600	70	25	1200	70	40	1200	68%	13	22	无凝股
实施例63	180	20	20	0	61.1%	60	25	800	110	20	600	70	25	1200	70	50	1200	68%	14	27	中度凝股
实施例64	180	20	20	0	61.1%	60	25	800	110	30	600	70	25	1200	70	30	800	68%	39	超量程	严重凝股
实施例65	180	20	20	0	61.1%	60	25	800	110	30	600	70	25	1200	70	30	1000	68%	24	37	中度凝股
实施例66	180	20	20	0	61.1%	60	25	800	110	30	600	70	25	1200	70	30	1300	68%	13	23	无凝股
实施例67	180	20	20	0	61.1%	60	25	800	110	30	600	70	25	1200	70	30	1500	68%	13	28	中度凝股

对比例1	180	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	68%	27	38	严重超标
对比例2	80	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	68%	16	28	轻微超标
对比例3	300	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	68%	39	超量程	严重超标
对比例4	500	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	68%	45	超量程	严重超标
对比例5	700	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	68%	超量程	超量程	严重超标
对比例6	180	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	68%	32	47	严重超标
对比例7	80	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	68%	18	30	中度超标
对比例8	300	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	68%	45	超量程	严重超标
对比例9	500	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	68%	超量程	超量程	严重超标
对比例10	700	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	68%	超量程	超量程	严重超标
对比例11	180	15	25	0	40%	60	25	1200	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	36	超量程	严重超标
对比例12	180	15	25	0	80%	60	25	1200	10	20	600	70	25	1200	70	30	1200	68%	23	34	严重超标

根据表 1 的结果可知, 实施例 1~67 中的正极浆料, 均是采用本申请公开的浆料制备方法制备的, 均包括第一搅拌、第二搅拌、第三搅拌和第四搅拌; 第一搅拌中, 将正极活性材料与导电剂混合搅拌, 制备干混料; 第二搅拌中, 将粘结剂与溶剂混合搅拌, 制备胶液; 第三搅拌中, 将干混料与胶液混合搅拌, 制备初级浆料; 第四搅拌中, 将粘结剂、溶剂与初级浆料混合搅拌, 制备正极浆料; 第二搅拌中使用的粘结剂和溶剂分别与第四搅拌中使用的粘结剂和溶剂相同; 基于第二搅拌中使用的粘结剂和第四搅拌中使用的粘结剂的总质量计, 第二搅拌中使用的粘结剂的质量比为 50%~70%, 第四搅拌中使用的粘结剂的质量比为 30%~50%。

从实施例 1~9 与对比例 1~10 的对比可见, 本公开的浆料制备方法具有通用性, 能够适用于包含重均分子量在 20 万~800 万的聚偏氟乙烯粘结剂的浆料, 对于低分子量粘结剂和高分子量粘结剂具有普适性。

从对比例可见, 现有技术中的制备工艺对于重均分子量为 180 万的粘结剂都始终无法改善其凝胶状态。而本申请公开的制备方法使得包含重均分子量高达 800 万粘结剂的浆料依然具有低的出货粘度和良好的抗凝胶性, 能够满足新一代高分子量粘结剂的使用需求。

从实施例 1~3 与对比例 11~12 的对比可见, 控制第一搅拌中加入的粘结剂的比例为粘结剂总质量的 50%~70%, 可以降低浆料的出货粘度, 有效缓解浆料的凝胶, 拓宽浆料涂覆的工艺窗口。

从实施例 1、实施例 5~9 与实施例 4 的对比, 控制聚偏氟乙烯粘结剂的重均分子量为 80 万~800 万, 在不明显改变浆料的出货粘度、浆料静置 24 小时后的粘度、浆料的凝胶现象的情况下, 同时还能满足极片粘结性能的要求。

从实施例 27~29 与实施例 26、实施例 31~33 与实施例 30 对比可见, 第三搅拌中先进行低速搅拌, 再进行高速搅拌, 能够有效降低浆料的出货粘度和浆料静置 24 小时后的粘度, 减缓浆料凝胶, 改善浆料的涂布性和加工性。

从实施例 1、实施例 11~12 与实施例 10 对比可见，控制第三搅拌中低速搅拌的搅拌时间为 5 分钟~15 分钟，可以降低的浆料的出货粘度和静置 24 小时后的粘度，减缓浆料凝胶，扩展浆料涂覆的工艺窗口，从实施例 1、实施例 11~12 与实施例 13 对比可见，控制第三搅拌中低速搅拌的搅拌时间为 5 分钟~15 分钟，能够兼顾合浆质量和效率，降低出货粘度，减缓浆料凝胶。

从实施例 1、实施例 15~16 与实施例 14 对比可见，控制第三搅拌中低速搅拌的公转速度为 15 转/分钟~25 转/分钟，可以降低的浆料的出货粘度和静置 24 小时后的粘度，减缓浆料凝胶，扩展浆料涂覆的工艺窗口，从实施例 1、实施例 15~16 与实施例 17 对比可见，控制第三搅拌中低速搅拌的公转速度为 15 转/分钟~25 转/分钟，能够兼顾合浆质量和成本，降低出货粘度，减缓浆料凝胶。

从实施例 1、实施例 19~20 与实施例 18 对比可见，控制第三搅拌中的低速搅拌的自转速度为 400 转/分钟~800 转/分钟，可以降低的浆料的出货粘度和静置 24 小时后的粘度，减缓浆料凝胶，提高浆料的存储性能，扩展浆料涂覆的工艺窗口，从实施例 1、实施例 19~20 与实施例 21 对比可见，控制第三搅拌低速搅拌的自转速度为 400 转/分钟~800 转/分钟，能够兼顾合浆质量和成本，降低出货粘度，减缓浆料凝胶。

从实施例 1、实施例 23~24 与实施例 22 对比可见，控制第三搅拌中高速搅拌的搅拌时间为 50 分钟~80 分钟，可以降低的浆料的出货粘度和静置 24 小时后的粘度，减缓浆料凝胶，提高浆料的存储性能，扩展浆料涂覆的工艺窗口，从实施例 1、实施例 23~24 与实施例 25 对比可见，控制第三搅拌中高速搅拌的搅拌时间为 50 分钟~80 分钟，能够兼顾合浆质量和效率，降低出货粘度，减缓浆料凝胶。

从实施例 1、实施例 27~28 与实施例 26 对比可见，控制第三搅拌中高速搅拌的公转速度为 20 转/分钟~30 转/分钟，可以降低的浆料的出货粘度和静置 24 小时后的粘度，减缓浆料凝胶，提高浆料的存储性能，扩展浆料涂覆的工艺窗口，从实施例 1、实施例 15~16 与实

实施例 17 对比可见，控制第三搅拌中高速搅拌的公转速度为 15 转/分钟~25 转/分钟，能够兼顾合浆质量和成本，降低出货粘度，减缓浆料凝胶。

从实施例 1、实施例 31~32 与实施例 30 对比可见，控制第三搅拌中高速搅拌的自转速度为 1000 转/分钟~1300 转/分钟，可以降低的浆料的出货粘度和静置 24 小时后的粘度，减缓浆料凝胶，提高浆料的存储性能，扩展浆料涂覆的工艺窗口，从实施例 1、实施例 31~32 与实施例 33 对比可见，控制第三搅拌中高速搅拌的自转速度为 1000 转/分钟~1300 转/分钟，能够兼顾合浆质量和成本，降低出货粘度，减缓浆料凝胶。

从实施例 1 与实施例 34~35 对比可见，控制第一搅拌的自转速度为 0，可以降低浆料静置 24 小时后的粘度，减缓浆料的凝胶现象，提高浆料的稳定性，拓宽工艺窗口。

从实施例 1、实施例 37~38 与实施例 36 对比可见，控制第一搅拌的搅拌时间 5 分钟~20 分钟，可以降低的浆料的出货粘度和静置 24 小时后的粘度，减缓浆料的凝胶现象，提高浆料的稳定性，拓宽工艺窗口。从实施例 1、实施例 37~38 与实施例 39 对比可见，控制第一搅拌的搅拌时间 5 分钟~20 分钟，能够兼顾合浆质量和效率，降低出货粘度，减缓浆料凝胶。

从实施例 1、实施例 41~42 与实施例 40 对比可见，控制第一搅拌的公转速度为 20 转/分钟~30 转/分钟，可以降低的浆料的出货粘度和静置 24 小时后的粘度，减缓浆料的凝胶现象，提高浆料的稳定性，拓宽工艺窗口。从实施例 1、实施例 41~42 与实施例 43 对比可见，控制第一搅拌的公转速度为 20 转/分钟~30 转/分钟，能够兼顾合浆质量和成本，降低出货粘度，减缓浆料凝胶。

从实施例 1、实施例 45~46 与实施例 44 对比可见，控制第二搅拌的搅拌时间 50 分钟~80 分钟，可以降低的浆料的出货粘度和静置 24 小时后的粘度，减缓浆料的凝胶现象，提高浆料的稳定性，拓宽工艺窗口。从实施例 1、实施例 45~46 与实施例 47 对比可见，控制第

二搅拌的搅拌时间 50 分钟~80 分钟，能够兼顾合浆质量和效率，降低出货粘度，减缓浆料凝胶。

从实施例 1、实施例 49~50 与实施例 48 对比可见，控制第二搅拌的公转速度为 25 转/分钟~40 转/分钟，可以降低的浆料的出货粘度和静置 24 小时后的粘度，减缓浆料的凝胶现象，提高浆料的稳定性，拓宽工艺窗口。从实施例 1、实施例 49~50 与实施例 51 对比可见，控制第二搅拌的公转速度为 25 转/分钟~40 转/分钟，能够减缓浆料凝胶，提高浆料的稳定性，拓宽工艺窗口。

从实施例 1、实施例 53~54 与实施例 52 对比可见，控制第二搅拌的自转速度为 1000 转/分钟~1300 转/分钟，可以降低的浆料的出货粘度和静置 24 小时后的粘度，减缓浆料的凝胶现象，提高浆料的稳定性，拓宽工艺窗口。从实施例 1、实施例 53~54 与实施例 55 对比可见，控制第二搅拌的自转速度为 1000 转/分钟~1300 转/分钟，能够兼顾合浆质量和成本，降低出货粘度，减缓浆料凝胶。

从实施例 1、实施例 57~58 与实施例 56 对比可见，控制第四搅拌的搅拌时间为 60 分钟~90 分钟，可以降低的浆料的出货粘度和静置 24 小时后的粘度，减缓浆料的凝胶现象，提高浆料的稳定性，拓宽工艺窗口。从实施例 1、实施例 57~58 与实施例 59 对比可见，控制第四搅拌的搅拌时间为 60 分钟~90 分钟，能够减缓浆料凝胶，提高浆料的稳定性，拓宽工艺窗口。

从实施例 1、实施例 61~62 与实施例 60 对比可见，控制第四搅拌的公转速度为 25 转/分钟~40 转/分钟，可以降低的浆料的出货粘度和静置 24 小时后的粘度，减缓浆料的凝胶现象，提高浆料的稳定性，拓宽工艺窗口。从实施例 1、实施例 61~62 与实施例 63 对比可见，控制第四搅拌的公转速度为 25 转/分钟~40 转/分钟，能够减缓浆料凝胶，提高浆料的稳定性，拓宽工艺窗口。

从实施例 1、实施例 65~66 与实施例 64 对比可见，控制第四搅拌的自转速度为 1000 转/分钟~1300 转/分钟，可以降低的浆料的出货粘度和静置 24 小时后的粘度，减缓浆料的凝胶现象，提高浆料的稳

定性，拓宽工艺窗口。从实施例 1、实施例 65~66 与实施例 67 对比可见，控制第四搅拌的自转速度为 1000 转/分钟~1300 转/分钟，能够减缓浆料凝胶，提高浆料的稳定性，拓宽工艺窗口。

从实施例可见，本申请公开的固含量为 65%~70%的正极浆料的粘度为 6000mPa·s~31000mPa·s，该正极浆料具有良好的涂布性和加工性。

从实施例可见，基于正极活性材料、导电剂、第二搅拌中使用的粘结剂和第四搅拌中使用的粘结剂的总质量计，控制第二搅拌中使用的溶剂的质量百分数为 35%~45%，第四搅拌中使用的溶剂的质量百分数为 4%~10%。

从实施例可见，本申请公开的正极浆料的固含量为 65~70%，正极浆料的初始粘度为 6000~31000mPa.s，且静置 24 小时后，正极浆料的粘度不超过 49000mPa·s。

需要说明的是，本申请不限于上述实施方式。上述实施方式仅为示例，在本申请的技术方案范围内具有与技术思想实质相同的构成、发挥相同作用效果的实施方式均包含在本申请的技术范围内。此外，在不脱离本申请主旨的范围内，对实施方式施加本领域技术人员能够想到的各种变形、将实施方式中的一部分构成要素加以组合而构筑的其它方式也包含在本申请的范围内。

权 利 要 求 书

1、一种正极浆料的制备方法，其特征在于，包括第一搅拌、第二搅拌、第三搅拌和第四搅拌；

所述第一搅拌中，将正极活性材料与导电剂混合搅拌，制备干混料；

所述第二搅拌中，将粘结剂与溶剂混合搅拌，制备胶液；

所述第三搅拌中，将所述干混料与所述胶液混合搅拌，制备初级浆料；

所述第四搅拌中，将粘结剂、溶剂与所述初级浆料混合搅拌，制备正极浆料；

所述第二搅拌中使用的粘结剂和溶剂分别与所述第四搅拌中使用的粘结剂和溶剂相同；基于所述第二搅拌中使用的粘结剂和所述第四搅拌中使用的粘结剂的总质量计，所述第二搅拌中使用的粘结剂的质量比为 50%~70%，所述第四搅拌中使用的粘结剂的质量比为 30%~50%。

2、根据权利要求 1 所述的正极浆料的制备方法，其特征在于，所述粘结剂包含至少一种重均分子量为 80 万~800 万的聚偏氟乙烯。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的正极浆料的制备方法，其特征在于，所述第三搅拌中先进行低速搅拌，再进行高速搅拌。

4、根据权利要求 3 所述的正极浆料的制备方法，其特征在于，所述第三搅拌中低速搅拌的公转速度为 15 转/分钟~25 转/分钟，自转速度为 400 转/分钟~800 转/分钟，搅拌时间为 5 分钟~15 分钟。

5、根据权利要求 3 或 4 所述的正极浆料的制备方法，其特征在于，所述第三搅拌中高速搅拌的公转速度为 20 转/分钟~30 转/分钟，自转速度为 1000 转/分钟~1300 转/分钟，搅拌时间为 50 分钟~80 分钟。

6、根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的正极浆料的制备方法，其特征在于，所述第一搅拌的自转速度为 0。

7、根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的正极浆料的制备方法，其特征在于，所述第一搅拌的公转速度为 20 转/分钟~30 转/分钟。

8、根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的正极浆料的制备方法，其特征在于，所述第一搅拌的搅拌时间为 5 分钟~20 分钟。

9、根据权利要求 1 至 8 中任一项所述的正极浆料的制备方法，其特征在于，所述第二搅拌的搅拌时间为 50 分钟~80 分钟。

10、根据权利要求 1 至 9 中任一项所述的正极浆料的制备方法，其特征在于，所述第二搅拌的公转速度为 25 转/分钟~40 转/分钟。

11、根据权利要求 1 至 10 中任一项所述的正极浆料的制备方法，其特征在于，所述第二搅拌的自转速度 1000 转/分钟~1300 转/分钟。

12、根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的正极浆料的制备方法，其特征在于，所述第四搅拌的搅拌时间为 60 分钟~90 分钟。

13、根据权利要求 1 至 12 中任一项所述的正极浆料的制备方法，其特征在于，所述第四搅拌的公转速度为 25 转/分钟~40 转/分钟。

14、根据权利要求 1 至 13 中任一项所述的正极浆料的制备方法，其特征在于，所述第四搅拌的自转速度为 1000 转/分钟~1300 转/分钟。

15、根据权利要求 1 至 14 中任一项所述的正极浆料的制备方法，其特征在于，所述正极浆料的固含量为 65%~70%，且所述正极浆料的粘度为 6000~31000mPa·s。

16、根据权利要求 1 至 15 中任一项所述的正极浆料的制备方法，其特征在于，基于所述正极活性材料、所述导电剂、所述第二搅拌中使用的粘结剂和所述第四搅拌中使用的粘结剂的总质量计，所述第二搅拌中使用的溶剂的质量百分数为 35%~45%，所述第四搅拌中使用的溶剂的质量百分数为 4%~10%。

17、根据权利要求 1 至 16 中任一项所述的正极浆料的制备方法，其特征在于，所述正极浆料中，所述正极活性材料的质量、所述粘结剂总质量、所述导电剂的质量的比值为(88~96)：(2~4)：(2~8)。

18、根据权利要求 1 至 17 中任一项所述的正极浆料的制备方法，其特征在于，所述正极活性材料为磷酸铁锂及其改性材料、锂镍钴锰氧化物及其改性材料中的至少一种，所述改性材料是通过掺杂、导电碳包覆、导电金属包覆、导电聚合物包覆中的一种或多种改性方式制备的。

19、根据权利要求 1 至 18 中任一项所述的正极浆料的制备方法，其特征在于，所述溶剂选自 N-甲基-2-吡咯烷酮、N,N-二甲基丙酰胺、N,N-二乙基丙酰胺、N,N-二丙基丙酰胺、N,N-二丁基丙酰胺、N,N-二甲基乙基丙酰胺以及 3-丁氧基-N-甲基丙酰胺中的一种或多种。

20、一种正极浆料，其特征在于，所述正极浆料是通过权利要求 1 至 19 中任一项所述的正极浆料的制备方法制备的。

21、根据权利要求 20 所述的正极浆料，所述正极浆料的固含量为 65%~70%，所述正极浆料的初始粘度为 6000~31000mPa·s，且静置 24 小时后，所述正极浆料的粘度不超过 49000mPa·s。

22、一种二次电池，其特征在于，包括正极极片、隔离膜、负极极片以及电解液，所述正极极片由权利要求 1 至 19 中任一项所述的正极浆料的制备方法制备的正极浆料、权利要求 20 或 21 所述的正极浆料中的至少一种制备而得。

23、根据权利要求 22 所述的二次电池，其特征在于，所述二次电池为锂离子电池、钠离子电池、镁离子电池、钾离子电池中的任意一种。

24、一种电池模块，其特征在于，包括权利要求 22 或 23 所述的二次电池。

25、一种电池包，其特征在于，包括权利要求 22 或 23 所述的二次电池、权利要求 24 所述的电池模块中的至少一种。

26、一种用电装置，其特征在于，包括选自权利要求 22 或 23 所述的二次电池、权利要求 24 所述的电池模块或权利要求 25 所述的电池包中的至少一种。

5

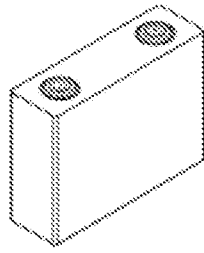


图 1

5

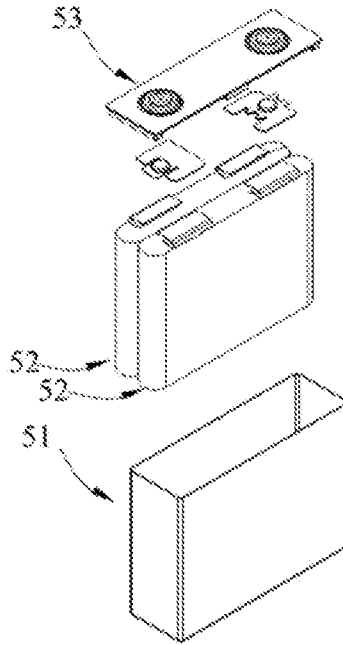


图 2

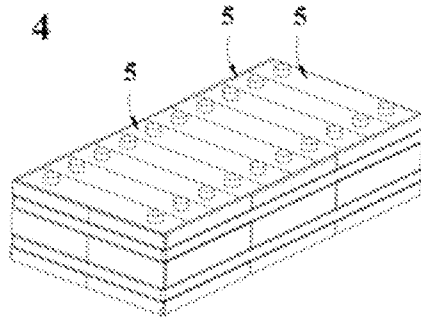


图 3

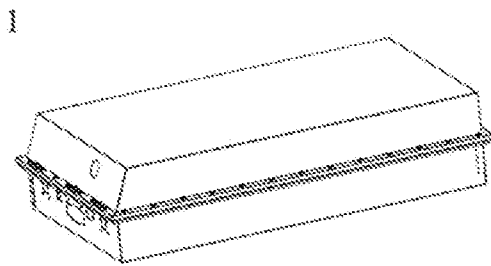


图 4

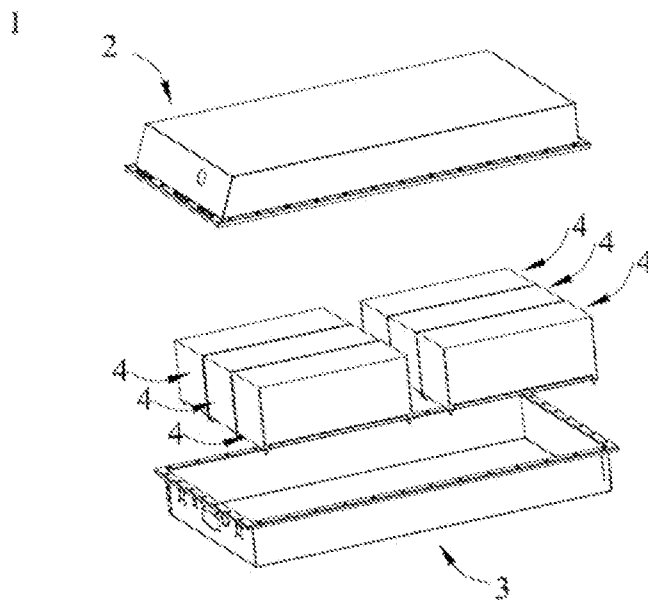


图 5

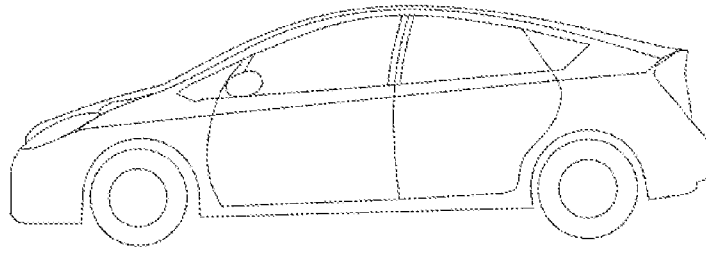


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/131535

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H01M4/04(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: 电池, 电芯, 正极, 阴极, 干混, 干料, 剩余, 剩下, 余量, 溶剂, 粘结, 黏结, 粘接, 黏接, 胶, batter+, cathode?, positive, electrode?, dry, mix+, residual, remain+, solvent?, binder?		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 106252603 A (CHINA AVIATION LITHIUM BATTERY (LUOYANG) CO., LTD.) 21 December 2016 (2016-12-21) description, paragraphs 6-23	1-26
Y	CN 112885983 A (TIANNENG SHUAIFUDE ENERGY CO., LTD.) 01 June 2021 (2021-06-01) description, paragraphs 4-20	1-26
Y	CN 112234199 A (SHENZHEN TOPBAND BATTERY CO., LTD.) 15 January 2021 (2021-01-15) description, paragraphs 3-28	1-26
Y	CN 110600671 A (EVERGRANDE NEOENERGY TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.) 20 December 2019 (2019-12-20) description, paragraphs 6-57	1-26
Y	CN 102683644 A (DONGGUAN AMPEREX TECHNOLOGY LIMITED et al.) 19 September 2012 (2012-09-19) description, paragraphs 9-26	1-26
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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
15 June 2023		23 June 2023
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

International application No.

PCT/CN2022/131535

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 111599985 A (EVE ENERGY CO., LTD. et al.) 28 August 2020 (2020-08-28) entire document	1-26
A	CN 115138231 A (ZHENGZHOU BAK BATTERY CO., LTD.) 04 October 2022 (2022-10-04) entire document	1-26

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2022/131535

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 106252603 A	21 December 2016	None	
CN 112885983 A	01 June 2021	None	
CN 112234199 A	15 January 2021	None	
CN 110600671 A	20 December 2019	None	
CN 102683644 A	19 September 2012	None	
CN 111599985 A	28 August 2020	None	
CN 115138231 A	04 October 2022	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/131535

<p>A. 主题的分类</p> <p>H01M4/04(2006.01) i</p> <p>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</p>																										
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>IPC: H01M</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNXTX, ENTXT, ENTXTC, DWPI, CNKI: 电池, 电芯, 正极, 阴极, 干混, 干料, 剩余, 剩下, 余量, 溶剂, 粘结, 黏结, 粘接, 黏接, 胶, batter+, cathode?, positive, electrode?, dry, mix+, residual, remain+, solvent?, binder?</p>																										
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>CN 106252603 A (中航锂电(洛阳)有限公司) 2016年12月21日 (2016 - 12 - 21) 说明书第6-23段</td> <td>1-26</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 112885983 A (天能帅福得能源股份有限公司) 2021年6月1日 (2021 - 06 - 01) 说明书第4-20段</td> <td>1-26</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 112234199 A (深圳市拓邦锂电池有限公司) 2021年1月15日 (2021 - 01 - 15) 说明书第3-28段</td> <td>1-26</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 110600671 A (恒大新能源科技集团有限公司) 2019年12月20日 (2019 - 12 - 20) 说明书第6-57段</td> <td>1-26</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 102683644 A (东莞新能源科技有限公司 等) 2012年9月19日 (2012 - 09 - 19) 说明书第9-26段</td> <td>1-26</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 111599985 A (湖北亿纬动力有限公司 等) 2020年8月28日 (2020 - 08 - 28) 全文</td> <td>1-26</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 115138231 A (郑州比克电池有限公司) 2022年10月4日 (2022 - 10 - 04) 全文</td> <td>1-26</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <p>* 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</p>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	Y	CN 106252603 A (中航锂电(洛阳)有限公司) 2016年12月21日 (2016 - 12 - 21) 说明书第6-23段	1-26	Y	CN 112885983 A (天能帅福得能源股份有限公司) 2021年6月1日 (2021 - 06 - 01) 说明书第4-20段	1-26	Y	CN 112234199 A (深圳市拓邦锂电池有限公司) 2021年1月15日 (2021 - 01 - 15) 说明书第3-28段	1-26	Y	CN 110600671 A (恒大新能源科技集团有限公司) 2019年12月20日 (2019 - 12 - 20) 说明书第6-57段	1-26	Y	CN 102683644 A (东莞新能源科技有限公司 等) 2012年9月19日 (2012 - 09 - 19) 说明书第9-26段	1-26	A	CN 111599985 A (湖北亿纬动力有限公司 等) 2020年8月28日 (2020 - 08 - 28) 全文	1-26	A	CN 115138231 A (郑州比克电池有限公司) 2022年10月4日 (2022 - 10 - 04) 全文	1-26
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
Y	CN 106252603 A (中航锂电(洛阳)有限公司) 2016年12月21日 (2016 - 12 - 21) 说明书第6-23段	1-26																								
Y	CN 112885983 A (天能帅福得能源股份有限公司) 2021年6月1日 (2021 - 06 - 01) 说明书第4-20段	1-26																								
Y	CN 112234199 A (深圳市拓邦锂电池有限公司) 2021年1月15日 (2021 - 01 - 15) 说明书第3-28段	1-26																								
Y	CN 110600671 A (恒大新能源科技集团有限公司) 2019年12月20日 (2019 - 12 - 20) 说明书第6-57段	1-26																								
Y	CN 102683644 A (东莞新能源科技有限公司 等) 2012年9月19日 (2012 - 09 - 19) 说明书第9-26段	1-26																								
A	CN 111599985 A (湖北亿纬动力有限公司 等) 2020年8月28日 (2020 - 08 - 28) 全文	1-26																								
A	CN 115138231 A (郑州比克电池有限公司) 2022年10月4日 (2022 - 10 - 04) 全文	1-26																								
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2023年6月15日</p>	<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2023年6月23日</p>																									
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>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</p>	<p>授权官员</p> <p>郭翠霞</p> <p>电话号码 (+86) 010-53961288</p>																									

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/131535

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 106252603 A	2016年12月21日	无	
CN 112885983 A	2021年6月1日	无	
CN 112234199 A	2021年1月15日	无	
CN 110600671 A	2019年12月20日	无	
CN 102683644 A	2012年9月19日	无	
CN 111599985 A	2020年8月28日	无	
CN 115138231 A	2022年10月4日	无	