(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
2020 年 10 月 15 日 (15.10.2020)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2020/207228 A1

(51) 国际专利分类号:
G01M 99/00 (2011.01) *G01N 25/18* (2006.01)
G01N 25/20 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/080380

(22) 国际申请日: 2020 年 3 月 20 日 (20.03.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910289627.6 2019年4月11日 (11.04.2019) CN

(71) 申请人: 浙江大学 (ZHEJIANG UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号, Zhejiang 310058 (CN)。

(72) 发明人: 黄钰期 (HUANG, Yuqi); 中国浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号, Zhejiang 310058 (CN)。 张鹏飞 (ZHANG, Pengfei); 中国浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号, Zhejiang 310058 (CN)。 牛昊一 (NIU, Haoyi); 中国浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号, Zhejiang 310058 (CN)。 陆奕骥 (LU, Yiji); 中国浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号, Zhejiang 310058 (CN)。 黄瑞 (HUANG, Rui); 中国浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号, Zhejiang 310058 (CN)。 俞小莉 (YU, Xiaoli); 中国浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号, Zhejiang 310058 (CN)。

(74) 代理人: 杭州求是专利事务所有限公司 (HANGZHOU QIUSHI PATENT OFFICE CO., LTD.); 中国浙江省杭州市西湖区玉古路147号黄鸿年科技综合大楼215室 / 刘静, Zhejiang 310013 (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,

(54) **Title:** ELECTRIC VEHICLE BATTERY COOLING PLATE TEST SYSTEM BASED ON FEEDBACK CONTROL

(54) 发明名称: 一种基于反馈控制的电动汽车电池冷板测试系统

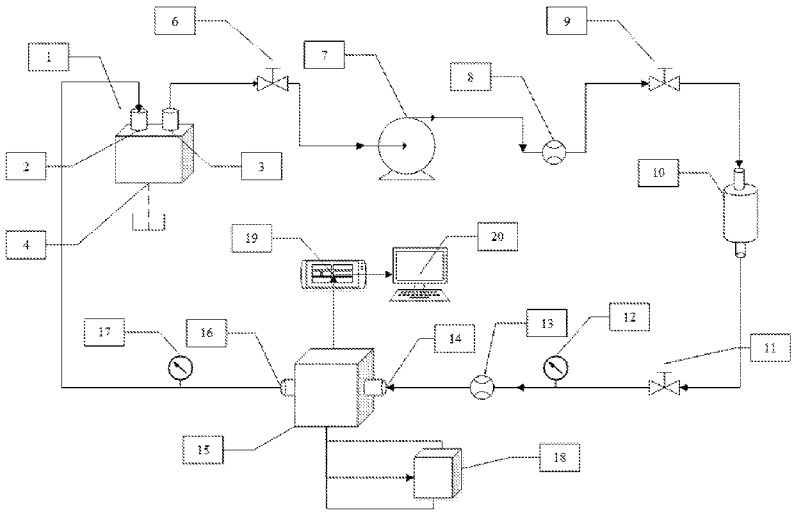


图 1

(57) **Abstract:** An electric vehicle battery cooling plate test system based on feedback control, for performing performance test on a battery cooling plate by using a simulated battery heat source based on temperature feedback control and a flow controllable cooling system, comprising: a constant-temperature coolant tank (1), a first coolant flow control valve (6), a second coolant flow control valve (9), a third coolant flow control valve (11), a centrifugal rotary water pump (7), a first flow meter (8), a second flow meter (13), a pressure stabilized water tank (10), a first pressure gauge (12), a second pressure gauge (17), a cooling capacity test device (15), a temperature program controller (18), a data acquisition unit (19), and a host computer system (20). A coolant is contained in the constant-temperature coolant tank (1), whereof the top is provided with a liquid outlet (3) and a return flow collection port (2), and the bottom is provided with a drain port (4). The temperature of the coolant, in the constant-temperature coolant tank (1), circulating in an experimental system is set. The coolant flows into a test system from the liquid outlet (3), and flows back to the constant-temperature coolant tank (1) by means of the return flow collection port (2). After a period of time, the coolant in the constant-temperature coolant

WO 2020/207228 A1

[见续页]

CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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))。

tank (1) can be drained and replaced by means of the drain port (4). Relevant parameters of the cooling plate are recorded in real time by means of the first flow meter (8), the second flow meter (13), the first pressure gauge (12), the second pressure gauge (17), and a thermocouple data acquisition system. The coolant is pumped by the centrifugal rotary water pump (7) and delivered to the pressure stabilized water tank (10), and then output from the pressure stabilized water tank (10) to the cooling capacity test device (15). In the test device, performance parameters of the battery cooling plate in the case of different flow rates are acquired and sent to the host computer system (20) for processing. The coolant flows out from the cooling plate and is collected back into the constant-temperature water tank (1), such that a circulating test system is formed. The present invention achieves the purpose of performing multiple parameter testing and data acquisition for the battery cooling plate by using the simulated battery heat source based on feedback control, enhances the reliability of the battery cooling plate test system, can reduce the economic costs of experiment, ensures the safety of the battery experiments, and has important economic value and engineering significance.

(57) 摘要：一种基于反馈控制的电动汽车电池冷板测试系统，利用基于温度反馈控制的模拟电池热源和通过可控流量的冷却系统对电池冷板进行性能测试，包括：恒温冷却液水箱（1）、第一冷却液流量控流阀（6）、第二冷却液流量控流阀（9）、第三冷却液流量控流阀（11）、离心旋转水泵（7）、第一流量计（8）、第二流量计（13）、稳压水箱（10）、第一压力计（12）、第二压力计（17）、冷却能力测试装置（15）、温度程控器（18）、数据采集单元（19）和上位机系统（20），恒温冷却液水箱（1）中装有冷却液，恒温冷却液水箱（1）顶部具有出液口（3）和回流收集口（2），底部具有排水口（4）；在恒温冷却液水箱（1）中设定实验系统中循环冷却液的温度，冷却液由出液口（3）流入测试系统，经由回流收集口（2）流回恒温冷却液水箱（1），一段时间后可以通过排水口（4）对恒温冷却液水箱（1）中的冷却液进行排放换液，通过第一流量计（8）、第二流量计（13）、第一压力计（12）、第二压力计（17）和热电偶数据采集系统实时记录冷板的相关参数。冷却液由离心旋转水泵（17）抽取送入稳压水箱（10），再由稳压水箱（10）输出到冷却能力测试装置（15）中，在测试装置中对不同流量下的电池冷板性能参数进行数据采集送入上位机系统（20）处理，冷却液流出冷板后收集回恒温水箱（1），形成循环测试系统；实现了利用基于反馈控制的模拟电池热源对电池冷板进行多重参数测试和数据采集的目的，增强了电池冷板测试系统的可靠性，可以大幅减少实验经济成本，确保电池实验的安全性，具有重要的经济价值和工程意义。

一种基于反馈控制的电动汽车电池冷板测试系统

技术领域

本发明涉及新能源汽车电池技术领域，尤其涉及一种基于反馈控制的电动汽车电池冷板测试系统。

背景技术

随着我国在能源结构方面逐渐由传统能源向清洁能源过渡，新能源汽车产业的发展被寄予厚望。在新能源汽车的发展里程中，动力电池的技术发展至关重要。在新能源汽车整车系统中，一方面，动力电池为汽车运动提供动力能量输出，另一方面，动力电池也是整车控制系统、空调系统、热管理系统等辅助系统的唯一能量供应源，因此，新能源汽车电池组需要具有很高的能量密度来满足整车动力输出的要求。但是，动力电池对工作环境温度有非常严格的要求，温度过高或过低不仅可能导致自燃等安全性问题（新能源汽车对于电池系统安全性的要求包括其不能自燃或者引起燃烧，同时在发生车辆碰撞的时候，不会对驾乘人员造成人身伤害），还会直接影响电池性能及寿命，从而影响到续航里程，维护时间，销售区域等直接涉及到新能源汽车商业竞争力的因素。因此，设计高效、低能耗、工作稳定的热管理系统，对新能源汽车的发展和普及具有至关重要的意义。

电池作为新能源汽车的动力来源之一，重要性不言而喻。电池的技术发展对于新能源汽车的影响至关重要。在对电池开展研究的过程中，发现温度是直接影响电池工作性能、寿命、安全性的关键因素；电池对温度的敏感性也是制约电动汽车进一步发展的瓶颈。在这种发展背景下，电池冷板被视为冷却效率较高的电池热管理设备。近年来，围绕新能源汽车电池热管理的相关研究及测试液在大量开展。但是，大量的实验在应用实体电池进行电池冷板冷却性能测试时，不仅经济成本高昂，占地空间大，还具有潜在的不安全因素。因此，应用模拟电池热源对电动汽车电池的冷却方案进行研究，具有重大工程意义和应用价值。

大量研究结果表明，要了解并测试电池冷板的冷却性能，首先要解决的就是电池热源的问题。在前期的文献查阅过程中，发现在开展过的相关电池热管理的研究中，热源以搭建电池包、充放电仪等设备的实验方案为主。一种基于反馈控制的电动汽车电池冷板测试系统为现有的电池热管理领域的实验研究提

供了进一步发展的空间，是在模拟不同工况下的电池发热特性以及获取电池冷板性能参数的研究中可以应用的重要解决方案。本发明公开的一种基于反馈控制的电动汽车电池冷板测试系统，在电动汽车电池冷板性能测试、节约电池测试经济成本、提高新能源汽车电池实验安全性上都将发挥重要作用。

发明内容

本发明的目的是针对现有技术的不足，提供了一种基于反馈控制的电动汽车电池冷板测试系统。

本发明的目的是通过以下技术方案来实现的：一种基于反馈控制的电动汽车电池冷板测试系统，它包括：恒温冷却液水箱、第一冷却液流量控流阀、第二冷却液流量控流阀、第三冷却液流量控流阀、离心旋转水泵、第一流量计、第二流量计、稳压水箱、第一压力计、第二压力计、冷却能力测试装置、温度程控器、数据采集单元和上位机系统等；

所述恒温冷却液水箱中装有冷却液，所述恒温冷却液水箱顶部具有出液口和回流收集口，底部具有排水口，在恒温冷却液水箱中对冷却液的温度进行设定，冷却液由出液口流入测试系统，经由回流收集口流回恒温冷却液水箱，通过排水口对恒温冷却液水箱中的冷却液进行排放换液；所述恒温冷却液水箱可以使其内部的冷却液保持在设定温度，从而保证整个系统中的循环冷却液保持在固定温度；

所述恒温冷却液水箱的出液口通过管路依次连接第一冷却液流量控流阀、离心旋转水泵、第一流量计、第二冷却液流量控流阀、稳压水箱的进液口；所述离心旋转水泵将冷却液从恒温冷却液水箱的出液口抽出，通过第一冷却液流量控流阀和第二冷却液流量控流阀对冷却液进行流量粗调，由第一流量计读出当前的冷却液流量示数，将流量控制在目标测试范围内，首次控制流量后的冷却液流入稳压水箱，在稳压水箱中对由于离心旋转水泵产生的周期波动压力进行平衡，稳压水箱稳压水箱为完全密封结构，经过压力平衡后的冷却液流出稳压水箱；

所述稳压水箱的出液口通过管路依次连接第三冷却液流量控流阀、第一压力计、第二流量计、冷却能力测试装置的进液口，通过第三冷却液流量控流阀对冷却液流量进行流量细调，由第二流量计读出当前的冷却液流量示数，将流量精确控制在目标流量，经过第二次控制流量后的冷却液通过进液口流入冷却能力测试装置，冷却能力测试装置的进口压力由压力计读出；

所述冷却能力测试装置用于对电动汽车电池冷板的冷却能力进行测试，由模拟电池热源、电池冷板、温度采集模块从下至上依次连接而成；

所述模拟电池热源包括发热元件、控温热电偶和控温热电偶模数转换单元；所述发热元件为矩形板状结构，其一个端面的中间安装控温热电偶，该端面在控温热电偶的两侧安装接线柱，两个接线柱分别通过正极接线和负极接线连接温度程控器，所述控温热电偶通过控温热电偶模数转换单元连接温度程控器；所述模拟电池热源的温度数据由控温热电偶经过控温热电偶模数转换单元传回温度程控器，温度程控器控制发热元件达到预设加热功率或者预设温度，实现模拟实际电池发热工况的目的；

所述温度采集模块包括导热片、若干采温热电偶、采温热电偶模数转换单元，所述采温热电偶阵列式排布在导热片的上表面，所述采温热电偶通过采温热电偶模数转换单元连接数据采集单元；所述数据采集单元连接上位机系统；所述采温热电偶收集的温度经过采温热电偶模数转换单元，通过数据采集单元传回上位机系统进行数据采集和处理；

所述电池冷板的两个相对的端面设置进液口与出液口，且分别与冷却能力测试装置的进液口和出液口尺寸一致，可通过软性连接件软性连接或胶水粘性连接；冷却液由进液口流入电池冷板，由出液口流出电池冷板；所述冷却能力测试装置的出液口通过管路依次连接第二压力计、恒温冷却液水箱的回流收集口；冷却液通过冷却能力测试装置后，通过恒温冷却液水箱的回流收集口流回恒温冷却液水箱中，冷却能力测试装置的出口压力由第二压力计读出。

进一步地，所述离心旋转水泵，可以通过调节其转速的快慢从而实现不同的液量抽取和不同的冷却液流速调节。

进一步地，所述第一冷却液流量控流阀、第二冷却液流量控流阀、第三冷却液流量控流阀，可以通过调节其阀门开度实现不同的冷却液流量控制，可由电子阀门或者机械式阀门组成，但不限于这两种阀门调节方式。

进一步地，所述第一压力计和第二压力计，可以测量系统内冷却液流经电池冷板时的流动阻力，可以由微压计或者小量程水压表来实现，但不限于这两种压力计类型。

进一步地，所述第一流量计和第二流量计，可以测量系统内的冷却液流量，可以由电磁流量计或者机械式流量计来实现，但不限于这两种流量计类型。

进一步地，所述冷却能力测试装置为密封隔热结构，以此隔绝电池冷板与外界空气的对流换热，在冷却能力测试装置中可以实现预设的模拟实体电池工况的温升趋势。

进一步地，所述模拟电池热源的发热元件具有通直流电或交流电自发热的功能，可由陶瓷发热片或者云母发热片实现，但不限于这两种材料。

进一步地，所述模拟电池热源的控温热电偶可由 K 型热电偶或者 J 型热电偶实现，但不限于这两种热电偶。

进一步地，所述温度采集模块的采温热电偶可由 K 型热电偶或者 J 型热电偶实现，但不限于这两种热电偶；所述导热片上打有若干安装孔，安装采温热电偶，导热片可由铁或不锈钢发热片实现，但不限于这两种材料。

进一步地，所述模拟电池热源、电池冷板、温度采集模块从下至上依次通过导热胶贴装而成。

本发明提出的有益效果是：本发明能够模拟真实电池单体的温度工况并对不同流量下的电池冷板的温度、压力及流量数据进行监测并记录分析数据，而且测试系统为循环工作系统，可以实现长时间自动循环工况并记录数据的任务，提高了测试系统的适用性以及便利性。本发明对于提高新能源汽车电池热管理中的实验研究的可靠性，及时有效防止因实体电池问题引发的实验安全事故具有十分重要的意义。

附图说明

图 1 是本发明电动汽车电池冷板测试系统的整体结构示意图；

图 2 是图 1 中电池冷板冷却能力测试装置的结构示意图；

图 3 是基于反馈控制的模拟电池热源的两组实际温度和预设的实体电池目标温度工况对比的关系图；

图 4 是热电偶数据采集单元和上位机系统对热电偶温度数据进行处理的流程图；

图 5 是某 A 型号电动汽车电池冷板在不同冷却液流量下的单点冷却温度和时间的关系图；

图 6 是某 B 型号电动汽车电池冷板在不同冷却液流量下的单点冷却温度和时间的关系图。

具体实施方式

下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步详细说明。

如图 1 所示，本发明提供的一种基于反馈控制的电动汽车电池冷板测试系统，它包括：恒温冷却液水箱 1、第一冷却液流量控流阀 6、第二冷却液流量控流阀 9、第三冷却液流量控流阀 11、离心旋转水泵 7、第一流量计 8、第二流量计 13、稳压水箱 10、第一压力计 12、第二压力计 17、冷却能力测试装置 15、温度程控器 18、数据采集单元 19 和上位机系统 20 等。

所述恒温冷却液水箱 1 中装有冷却液，所述恒温冷却液水箱 1 顶部具有出液口 3 和回流收集口 2，底部具有排水口 4；在恒温冷却液水箱 1 中设定实验系

统中循环冷却液的温度，冷却液由出液口 3 流入测试系统，经由回流收集口 2 流回恒温冷却液水箱 1，一段时间后可以通过排水口 4 对恒温冷却液水箱 1 中的冷却液进行排放换液。

所述恒温冷却液水箱 1 需具备温度控制能力，根据不同的需要选用不同容积以及不同的温控范围，其作用是保证整个循环工作系统中的冷却液保持相同的温度，使电池冷板的冷却能力测试过程不会因为冷却液的温度变化受到影响，因此能够达到较好的冷却液温度控制能力是恒温冷却液水箱的主要目的。

所述恒温冷却液水箱 1 的出液口 3 通过管路依次连接第一冷却液流量控流阀 6、离心旋转水泵 7、第一流量计 8、第二冷却液流量控流阀 9、稳压水箱 10 的进液口；所述离心旋转水泵 7 将冷却液从恒温冷却液水箱 1 的出液口 3 抽出，通过第一冷却液流量控流阀 6 和第二冷却液流量控流阀 9 对冷却液进行流量粗调，由第一流量计 8 读出当前的冷却液流量示数，将流量控制在目标测试范围内，首次控制流量后的冷却液流入稳压水箱 10，在稳压水箱 10 中对由于离心旋转水泵 7 产生的周期波动压力进行平衡，稳压水箱稳压水箱 10 为完全密封结构，经过压力平衡后的冷却液流出稳压水箱 10。

所述离心旋转水泵 7 可以由离心旋转水泵实现，通过调节其转速的快慢从而实现不同的液量抽取和不同的冷却液流速调节，对于不同粘度的冷却液，需要选用不同扬程和不同功率的水泵，使得恒温冷却液水箱中的冷却液可以被抽出进行循环工作。

所述第一冷却液流量控流阀 6、第二冷却液流量控流阀 9、第三冷却液流量控流阀 11，可以通过调节其阀门开度实现不同的冷却液流量控制，可由电子阀门或者机械式阀门组成，但不限于这两种阀门调节方式。第一冷却液流量控流阀 6 和第二冷却液流量控流阀 9 的主要目的是为了对循环系统中的冷却液流量进行粗调，使得系统中的冷却液流量可以保持在目标流量范围内，第三冷却液流量控流阀 11 的主要目的是为了对循环系统中的冷却液流量进行细调，使得系统中的冷却液流量可以在进入冷却能力测试装置时达到准确的目标值。

所述稳压水箱 10 可以对由于离心旋转水泵的电机转动导致的周期波动水压进行平衡，主要目的是保证冷却能力测试装置的进出口压力表示数稳定，便于观测和记录，此外，稳压水箱 10 为完全密封结构。

所述稳压水箱 10 的出液口通过管路依次连接第三冷却液流量控流阀 11、第一压力计 12、第二流量计 13、冷却能力测试装置 15 的进液口 14，通过第三冷却液流量控流阀 11 对冷却液流量进行流量细调，由第二流量计 13 读出当前的冷却液流量示数，将流量精确控制在目标流量，经过第二次控制流量后的冷却

液通过进液口 14 流入冷却能力测试装置 15，冷却能力测试装置 15 的进口压力由压力计 12 读出。

所述第一流量计 8 和第二流量计 13 由电磁流量计实现，主要目的是为了测量测试系统内冷却液实时流量，在离心旋转水泵和冷却液流量控流阀的工作过程中，冷却液流量均会发生变化，对流量进行及时地监控和记录是流量计的主要任务。

所述冷却能力测试装置 15 用于对电动汽车电池冷板的冷却能力进行测试，如图 2 所示，由模拟电池热源 21、电池冷板 29、温度采集模块 30 从下至上依次通过导热胶贴装而成。

所述模拟电池热源 21 包括发热元件 24、控温热电偶 25 和控温热电偶模数转换单元 26；所述发热元件 24 为矩形板状结构，可以由不锈钢发热片实现，其一个端面的中间安装控温热电偶 25，控温热电偶 25 利用打孔的方式布置在发热元件 24 上该端面在控温热电偶 25 的两侧安装接线柱，两个接线柱分别通过正极接线 22 和负极接线 23 连接温度程控器 18，极接线 22 和负极接线 23 均为普通电线，所述控温热电偶 25 通过控温热电偶模数转换单元 26 连接温度程控器 18；所述模拟电池热源 21 的温度数据由控温热电偶 25 经过控温热电偶模数转换单元 26 传回温度程控器 18，温度程控器 18 控制发热元件 24 达到预设加热功率或者预设温度，实现模拟实际电池发热工况的目的。

所述温度采集模块 30 包括导热片 31、若干采温热电偶 32、采温热电偶模数转换单元 33，所述导热片 31 可以由陶瓷发热片实现，所述采温热电偶 32 阵列式排布在导热片 31 的上表面，所述采温热电偶 32 通过采温热电偶模数转换单元 33 连接数据采集单元 19；所述数据采集单元 19 连接上位机系统 20；所述采温热电偶 32 收集的温度经过采温热电偶模数转换单元 33，通过数据采集单元 19 传回上位机系统 20 进行数据采集和处理。所述控温热电偶模数转换单元 26 和采温热电偶模数转换单元 33 可以由温度数据采集卡实现。

所述电池冷板 29 的两个相对的端面分别对应冷却能力测试装置 15 的进液口 14 和出液口 16；冷却液由进液口 14 流入电池冷板 29，由出液口 16 流出电池冷板 29；所述冷却能力测试装置 15 的出液口 16 通过管路依次连接第二压力计 17、恒温冷却液水箱 1 的回流收集口 2；冷却液通过冷却能力测试装置 15 后，通过恒温冷却液水箱 1 的回流收集口 2 流回恒温冷却液水箱 1 中，冷却能力测试装置 15 的出口压力由第二压力计 17 读出。

所述第一压力计 12、第二压力计 17 可以由微压计或者小量程水压表来实现，但不限于这两种压力计类型，主要目的是为了测量系统内冷却液流经冷却能力

测试装置时的流动阻力，压力计在安装时应保持进液口和出液口处在同一水平位置。

所述冷却能力测试装置 15 为密封隔热结构，以此隔绝电池冷板与外界空气的对流换热，在冷却能力测试装置 15 中可以实现预设的模拟实体电池工况的温升趋势。

所述模拟电池热源 21 的发热元件 24 具有通直流电或交流电自发热的功能，可由陶瓷发热片或者云母发热片实现，但不限于这两种材料。所述模拟电池热源 21 的控温热电偶 25 可由 K 型热电偶或者 J 型热电偶实现，但不限于这两种热电偶。所述温度采集模块 30 的采温热电偶 32 可由 K 型热电偶或者 J 型热电偶实现，但不限于这两种热电偶；所述导热片 31 上打有若干安装孔，安装采温热电偶 32，导热片 31 可由铁或不锈钢发热片实现，但不限于这两种材料。

所述温度程控器 18 由 PID 温控器和功率控制器共同实现，采用反馈控制原理，主要目的是为了控制模拟电池热源的发热元件的温度，使其符合预设的实体电池实际工况下的温度变化，达到模拟电池实体发热的目的，其中基于反馈控制的模拟电池热源的两组实际温度和预设的实体电池目标温度工况的关系如附图 3。

所述数据采集单元 19 和上位机系统 20 的主要目的是将热电偶采集的温度模拟信号转化为数字信号实时显示并存储在计算机中，其工作过程如下：如附图 4，应用软件自带采集功能，完成采集任务的创建以及设置采样时钟，再利用读取功能对数据进行读取，利用 FOR 循环，每秒钟对数据采集单元读取的温度数据完成一百次数据处理，完成温度数据的采集。再通过入队列、出队列的操作，将数据元素与调用的补偿系数即热电偶的标定系数进行乘法和加法运算后得到最终的温度采集值。应用本发明公开的基于反馈控制的电动汽车电池冷板测试系统对某 A 型号和某 B 型号电动汽车电池冷板进行冷却能力测试，最终得到某 A 型号和某 B 型号电动汽车电池冷板在不同冷却液流量下的单点冷却温度测试结果和时间的关系如附图 5 和附图 6。

本发明实施提供的一种基于反馈控制的电池冷板测试系统具有如下优点：

1、采用了基于反馈控制原理的模拟电池热源，可以模拟实体电池在工作时的发热情况，基于此来对电池冷板进行冷却性能测试，节省了实验成本，提高了实验安全性；

2、测试系统采用自动循环机制和数据自动记录功能，实验人员只需提前设置好实验工况即可，提高了实验操作的自动化过程；

3、测试系统不局限于应用某一款电池冷板进行测试，各类型符合条件的电

池冷板均可在本测试系统完成冷却性能测试，提高了适用性以及便利性。

综上所述，本发明提供一种基于反馈控制的电动汽车电池冷板测试系统，应用模拟电池热源对电动汽车电池冷板的冷却方案进行研究，具有重大应用价值，同时可以大幅减少实验经济成本，确保电池实验的安全性，具有重要的经济价值和工程意义。

以上所述具体实施例，对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明，所应理解的是，以上所述仅对本发明的具体实施例而已，并不用于限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1、一种基于反馈控制的电动汽车电池冷板测试系统，其特征在于，它包括：恒温冷却液水箱（1）、第一冷却液流量控流阀（6）、第二冷却液流量控流阀（9）、第三冷却液流量控流阀（11）、离心旋转水泵（7）、第一流量计（8）、第二流量计（13）、稳压水箱（10）、第一压力计（12）、第二压力计（17）、冷却能力测试装置（15）、温度程控器（18）、数据采集单元（19）和上位机系统（20）等；

所述恒温冷却液水箱（1）中装有冷却液，所述恒温冷却液水箱（1）顶部具有出液口（3）和回流收集口（2），底部具有排水口（4），在恒温冷却液水箱（1）中对冷却液的温度进行设定，冷却液由出液口（3）流入测试系统，经由回流收集口（2）流回恒温冷却液水箱（1），通过排水口（4）对恒温冷却液水箱（1）中的冷却液进行排放换液；所述恒温冷却液水箱（1）可以使其内部的冷却液保持在设定温度，从而保证整个系统中的循环冷却液保持在固定温度；

所述恒温冷却液水箱（1）的出液口（3）通过管路依次连接第一冷却液流量控流阀（6）、离心旋转水泵（7）、第一流量计（8）、第二冷却液流量控流阀（9）、稳压水箱（10）的进液口；所述离心旋转水泵（7）将冷却液从恒温冷却液水箱（1）的出液口（3）抽出，通过第一冷却液流量控流阀（6）和第二冷却液流量控流阀（9）对冷却液进行流量粗调，由第一流量计（8）读出当前的冷却液流量示数，将流量控制在目标测试范围内，首次控制流量后的冷却液流入稳压水箱（10），在稳压水箱（10）中对由于离心旋转水泵（7）产生的周期波动压力进行平衡，稳压水箱稳压水箱（10）为完全密封结构，经过压力平衡后的冷却液流出稳压水箱（10）；

所述稳压水箱（10）的出液口通过管路依次连接第三冷却液流量控流阀（11）、第一压力计（12）、第二流量计（13）、冷却能力测试装置（15）的进液口（14），通过第三冷却液流量控流阀（11）对冷却液流量进行流量细调，由第二流量计（13）读出当前的冷却液流量示数，将流量精确控制在目标流量，经过第二次控制流量后的冷却液通过进液口（14）流入冷却能力测试装置（15），冷却能力测试装置（15）的进口压力由压力计（12）读出；

所述冷却能力测试装置（15）用于对电动汽车电池冷板的冷却能力进行测试，由模拟电池热源（21）、电池冷板（29）、温度采集模块（30）从下至上依次连接而成；

所述模拟电池热源（21）包括发热元件（24）、控温热电偶（25）和控温热电偶模数转换单元（26）；所述发热元件（24）为矩形板状结构，其一个端面的

中间安装控温热电偶（25），该端面在控温热电偶（25）的两侧安装接线柱，两个接线柱分别通过正极接线（22）和负极接线（23）连接温度程控器（18），所述控温热电偶（25）通过控温热电偶模数转换单元（26）连接温度程控器（18）；所述模拟电池热源（21）的温度数据由控温热电偶（25）经过控温热电偶模数转换单元（26）传回温度程控器（18），温度程控器（18）控制发热元件（24）达到预设加热功率或者预设温度，实现模拟实际电池发热工况的目的；

所述温度采集模块（30）包括导热片（31）、若干采温热电偶（32）、采温热电偶模数转换单元（33），所述采温热电偶（32）阵列式排布在导热片（31）的上表面，所述采温热电偶（32）通过采温热电偶模数转换单元（33）连接数据采集单元（19）；所述数据采集单元（19）连接上位机系统（20）；所述采温热电偶（32）收集的温度经过采温热电偶模数转换单元（33），通过数据采集单元（19）传回上位机系统（20）进行数据采集和处理；

所述电池冷板（29）的两个相对的端面分别对应冷却能力测试装置（15）的进液口（14）和出液口（16）；冷却液由进液口（14）流入电池冷板（29），由出液口（16）流出电池冷板（29）；所述冷却能力测试装置（15）的出液口（16）通过管路依次连接第二压力计（17）、恒温冷却液水箱（1）的回流收集口（2）；冷却液通过冷却能力测试装置（15）后，通过恒温冷却液水箱（1）的回流收集口（2）流回恒温冷却液水箱（1）中，冷却能力测试装置（15）的出口压力由第二压力计（17）读出。

2、根据权利要求 1 所述基于反馈控制的电动汽车电池冷板测试系统，其特征在于，所述离心旋转水泵（7），可以通过调节其转速的快慢从而实现不同的液量抽取和不同的冷却液流速调节。

3、根据权利要求 1 所述基于反馈控制的电动汽车电池冷板测试系统，其特征在于，所述第一冷却液流量控流阀（6）、第二冷却液流量控流阀（9）、第三冷却液流量控流阀（11），可以通过调节其阀门开度实现不同的冷却液流量控制，可由电子阀门或者机械式阀门组成，但不限于这两种阀门调节方式。

4、根据权利要求 1 所述基于反馈控制的电动汽车电池冷板测试系统，其特征在于，所述第一压力计（12）和第二压力计（17），可以测量系统内冷却液流经电池冷板时的流动阻力，可以由微压计或者小量程水压表来实现，但不限于这两种压力计类型。

5、根据权利要求 1 所述基于反馈控制的电动汽车电池冷板测试系统，其特征在于，所述第一流量计（8）和第二流量计（13），可以测量系统内的冷却液流量，可以由电磁流量计或者机械式流量计来实现，但不限于这两种流量计类

型。

6、根据权利要求 1 所述基于反馈控制的电动汽车电池冷板测试系统，其特征在于，所述冷却能力测试装置（15）为密封隔热结构，以此隔绝电池冷板与外界空气的对流换热，在冷却能力测试装置（15）中可以实现预设的模拟实体电池工况的温升趋势。

7、根据权利要求 1 所述基于反馈控制的电动汽车电池冷板测试系统，其特征在于，所述模拟电池热源（21）的发热元件（24）具有通直流电或交流电自发热的功能，可由陶瓷发热片或者云母发热片实现，但不限于这两种材料。

8、根据权利要求 1 所述基于反馈控制的电动汽车电池冷板测试系统，其特征在于，所述模拟电池热源（21）的控温热电偶（25）可由 K 型热电偶或者 J 型热电偶实现，但不限于这两种热电偶。

9、根据权利要求 1 所述基于反馈控制的电动汽车电池冷板测试系统，其特征在于，所述温度采集模块（30）的采温热电偶（32）可由 K 型热电偶或者 J 型热电偶实现，但不限于这两种热电偶；所述导热片（31）上打有若干安装孔，安装采温热电偶（32），导热片（31）可由铁或不锈钢发热片实现，但不限于这两种材料。

10、根据权利要求 1 所述基于反馈控制的电动汽车电池冷板测试系统，其特征在于，所述模拟电池热源（21）、电池冷板（29）、温度采集模块（30）从下至上依次通过导热胶贴装而成。

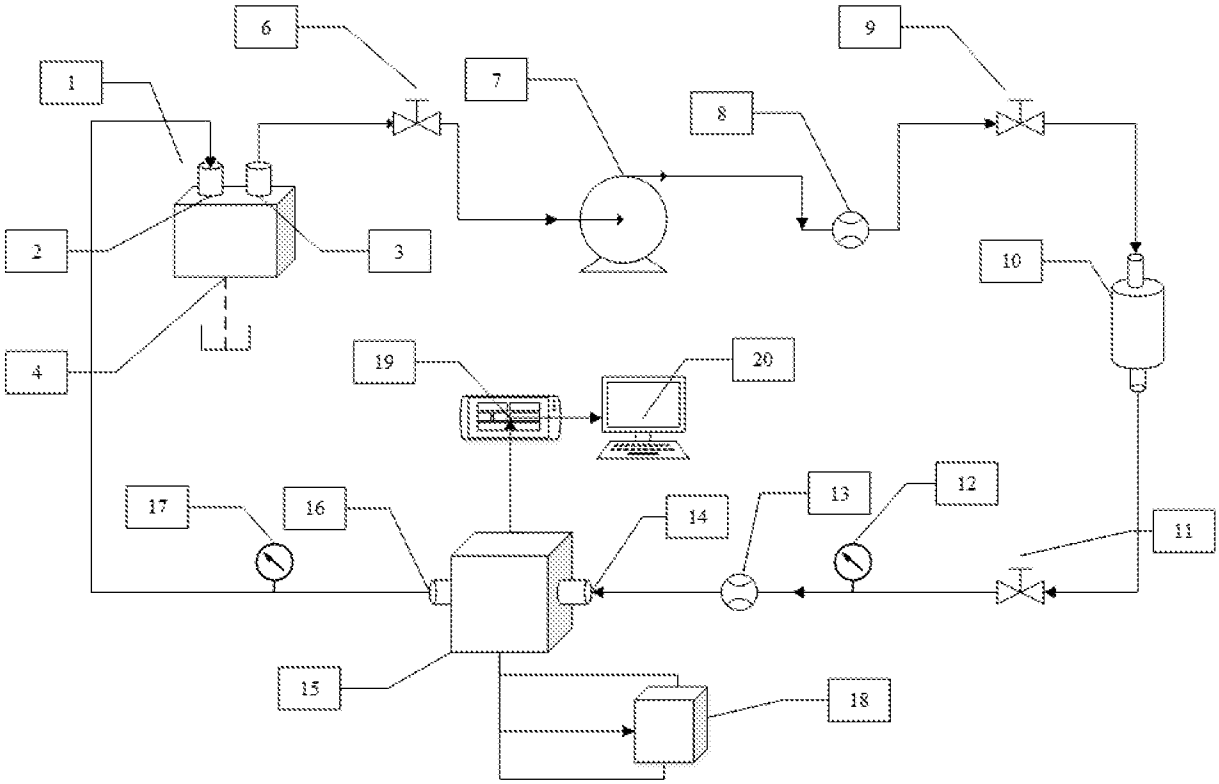

6
9
1
7
8
2
3
10
4
19
20
17
16
14
13
12
11
15
18

图 1

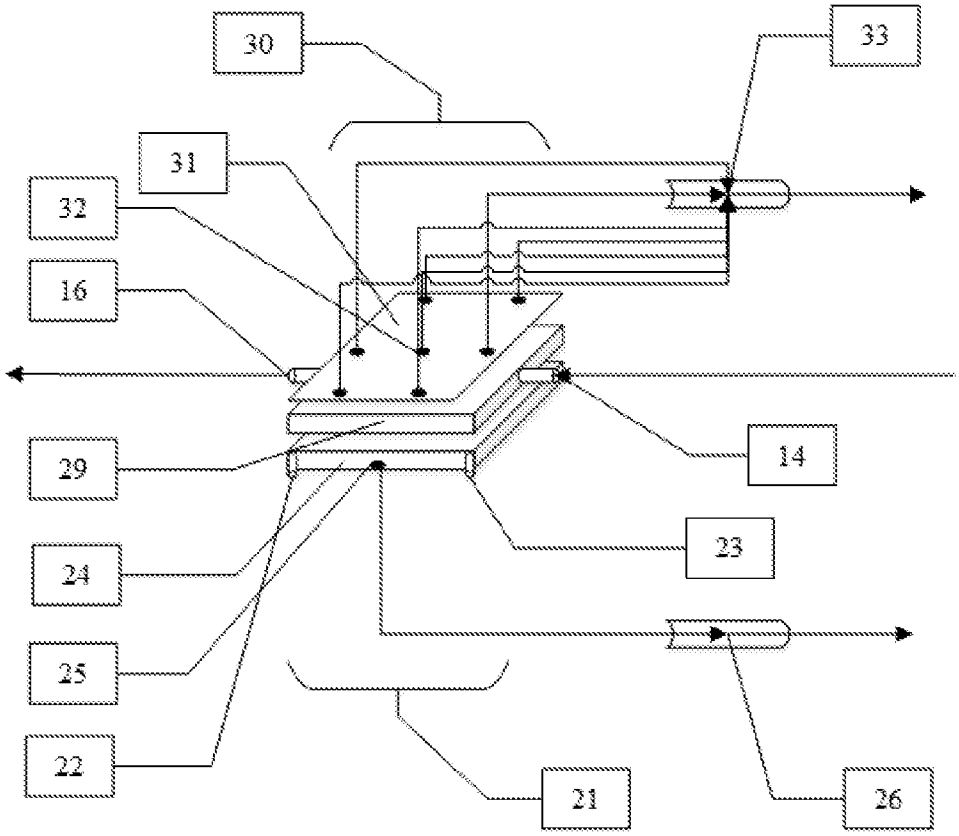

30
33
31
32
16
14
29
23
24
25
22
21
26

图 2

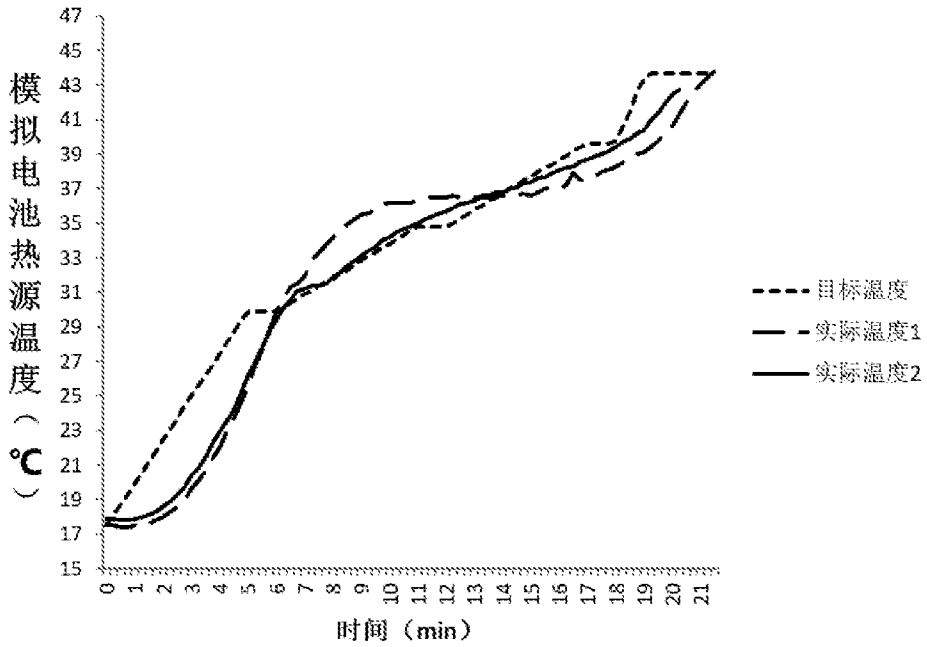

模拟电池热源温度（℃）
47
45
43
41
39
37
35
33
31
29
27
25
23
21
19
17
15
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21
时间（min）
目标温度
实际温度1
实际温度2

图 3

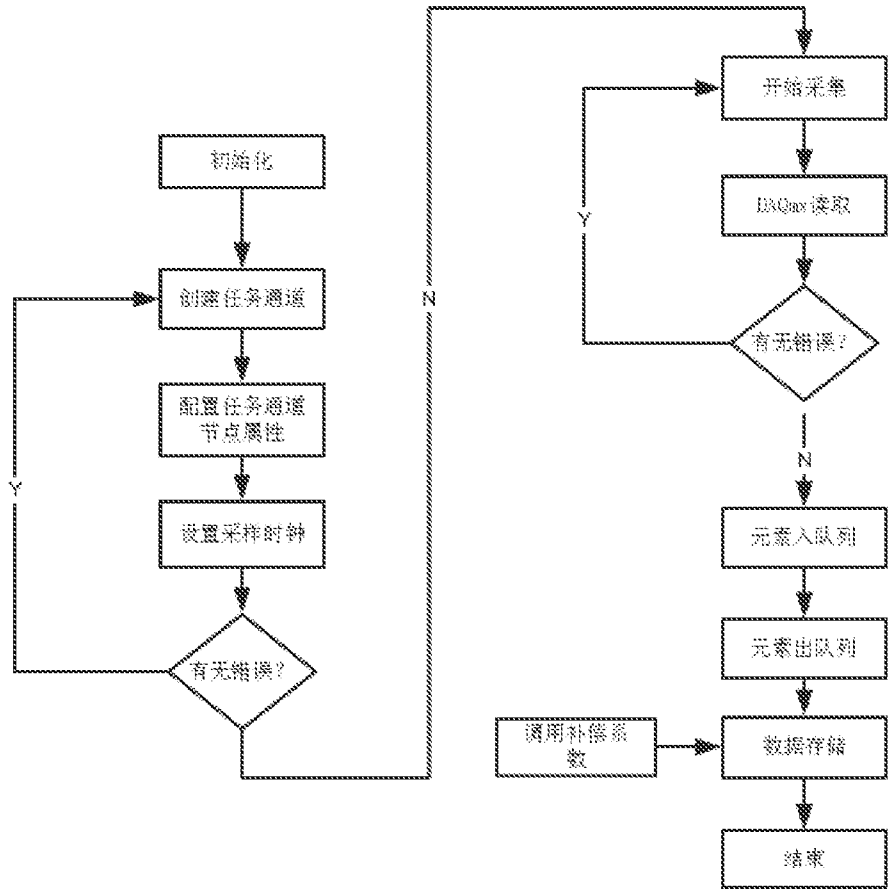

初始化
创建任务通道
配置任务通道节点属性
设置采样时钟
有无错误?
Y
N
开始采集
DAQmx读取
有无错误?
Y
N
元素入队列
元素出队列
调用补偿系数
数据存储
结束

图 4

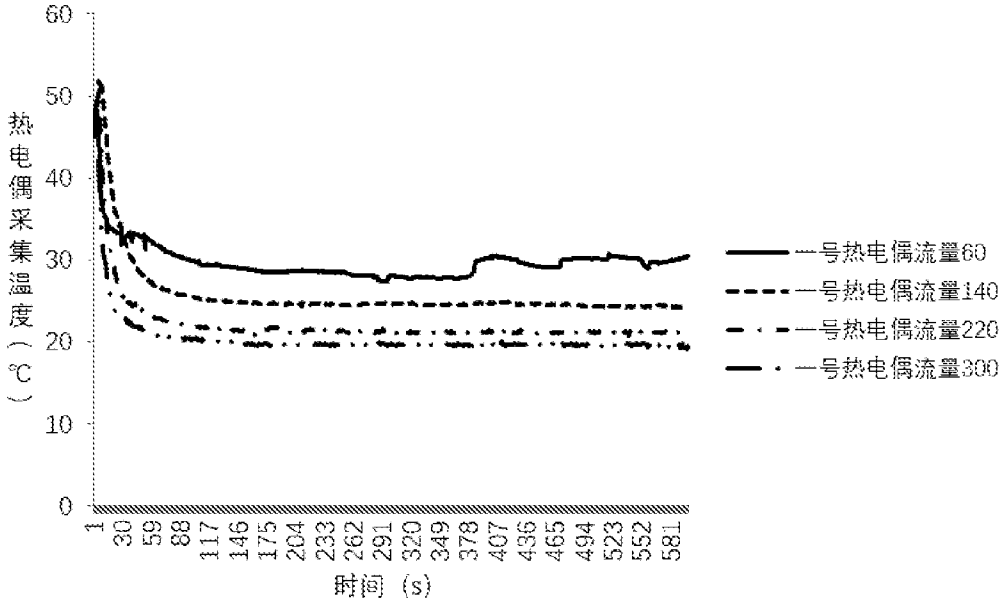

60
50
40
30
20
10
0
热电偶采集温度（℃）
1
30
59
88
117
146
175
204
233
262
291
320
349
378
407
436
465
494
523
552
581
时间（s）
一号热电偶流量60
一号热电偶流量140
一号热电偶流量220
一号热电偶流量300

图 5

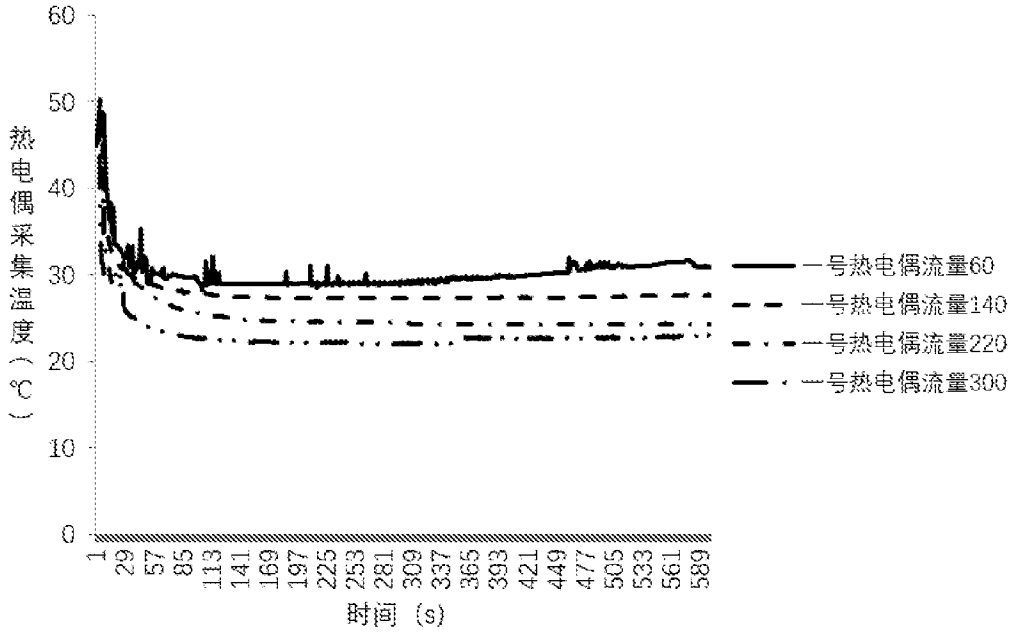

60
50
40
30
20
10
0
热电偶采集温度（℃）
1
29
57
85
113
141
169
197
225
253
281
309
337
365
393
421
449
477
505
533
561
589
时间（s）
一号热电偶流量60
一号热电偶流量140
一号热电偶流量220
一号热电偶流量300

图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2020/080380

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01M 99/00(2011.01)i; G01N 25/20(2006.01)i; G01N 25/18(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)

G01M 99; G01N 25

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)

CNABS, CPRSABS, CNTXT, CNKI, VEN: 电池, 电池包, 电机, 冷板, 汽车, 反馈, 水箱, 阀, 流量, 温度, 压力, 循环, 回流, motor, vehicle, car, feedback, cooling plate, performance, test+, control+, heating, temperature, pressure, meter, flowmeter, flow meter, pump, heater, circulat+, circl+, recirculat+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 110160811 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 23 August 2019 (2019-08-23) description, specific embodiment	1-10
X	CN 207232802 U (SHANGHAI MOTOR VEHICLE INSPECTION CERTIFICATION & TECH INNOVATION CENTER CO., LTD.) 13 April 2018 (2018-04-13) description, paragraphs 22-40, figures 1-2	1-10
A	CN 102374878 A (CHINA NORTH VEHICLE RESEARCH INSTITUTE) 14 March 2012 (2012-03-14) entire document	1-10
A	CN 206930765 U (ZHEJIANG UNIVERSITY) 26 January 2018 (2018-01-26) entire document	1-10
A	CN 101650264 A (SHANGHAI ELECTRICAL AUTOMATION R&D INSTITUTE LTD. INC.) 17 February 2010 (2010-02-17) entire document	1-10

☑ 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
"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 2020	**19 June 2020**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088** **China**	
Facsimile No. **(86-10)62019451**	Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 108254208 A (CHINA AVIATION INDUSTRY CORPORATION, BEIJING RESEARCH INSTITUTE OF MEASUREMENT & CONTROL TECHNOLOGY et al.) 06 July 2018 (2018-07-06) entire document	1-10
A	CN 201226630 Y (JIANGSU YONGSHENG AIR CONDITIONER CO., LTD.) 22 April 2009 (2009-04-22) entire document	1-10
A	JP 03192747 A (ANDO ELECTRIC) 22 August 1991 (1991-08-22) entire document	1-10
A	EP 1639253 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 29 March 2006 (2006-03-29) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2020/080380

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	110160811	A	23 August 2019	None			
CN	207232802	U	13 April 2018	None			
CN	102374878	A	14 March 2012	CN	102374878	B	24 February 2016
CN	206930765	U	26 January 2018	None			
CN	101650264	A	17 February 2010	CN	101650264	B	19 January 2011
CN	108254208	A	06 July 2018	CN	108254208	B	01 November 2019
CN	201226630	Y	22 April 2009	None			
JP	03192747	A	22 August 1991	JP	H03192747	A	22 August 1991
				JP	H0766027	B2	19 July 1995
				US	5153815	A	06 October 1992
EP	1639253	A1	29 March 2006	US	2007272211	A1	29 November 2007
				WO	2004113710	A1	29 December 2004
				DE	10327691	A1	05 January 2005
				JP	2006509966	A	23 March 2006

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2020/080380

A. 主题的分类

G01M 99/00(2011.01)i; G01N 25/20(2006.01)i; G01N 25/18(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)

G01M 99; G01N 25

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））

CNABS,CPRSABS,CNTXT,CNKI,VEN:电池，电池包，电机，冷板，汽车，反馈，水箱，阀，流量，温度，压力，循环，回流，motor, vehicle, car, feedback, cooling plate, performance, test+, control+, heating, temperature, pressure, meter, flowmeter, flow meter, pump, heater, circulat+, circl+, recirculat+

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 110160811 A (浙江大学) 2019年 8月 23日 (2019-08-23) 说明书具体实施方式部分	1-10
X	CN 207232802 U (上海机动车检测认证技术研究中心有限公司) 2018年 4月 13日 (2018-04-13) 说明书第22-40段，附图1-2	1-10
A	CN 102374878 A (中国北方车辆研究所) 2012年 3月 14日 (2012-03-14) 全文	1-10
A	CN 206930765 U (浙江大学) 2018年 1月 26日 (2018-01-26) 全文	1-10
A	CN 101650264 A (上海电气自动化设计研究所有限公司) 2010年 2月 17日 (2010-02-17) 全文	1-10
A	CN 108254208 A (中国航空工业集团公司北京长城航空测控技术研究所 等) 2018年 7月 6日 (2018-07-06) 全文	1-10

☑ 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

“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
2020年 6月 15日	2020年 6月 19日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	彭志萍
传真号 (86-10)62019451	电话号码 86-(010)-62085741

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
A	CN 201226630 Y (江苏永昇空调有限公司) 2009年 4月 22日 (2009 - 04 - 22) 全文	1-10
A	JP 03192747 A (ANDO ELECTRIC) 1991年 8月 22日 (1991 - 08 - 22) 全文	1-10
A	EP 1639253 A1 (BOSCH GMBH ROBERT) 2006年 3月 29日 (2006 - 03 - 29) 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2020/080380

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	110160811	A	2019年 8月 23日	无			
CN	207232802	U	2018年 4月 13日	无			
CN	102374878	A	2012年 3月 14日	CN	102374878	B	2016年 2月 24日
CN	206930765	U	2018年 1月 26日	无			
CN	101650264	A	2010年 2月 17日	CN	101650264	B	2011年 1月 19日
CN	108254208	A	2018年 7月 6日	CN	108254208	B	2019年 11月 1日
CN	201226630	Y	2009年 4月 22日	无			
JP	03192747	A	1991年 8月 22日	JP	H03192747	A	1991年 8月 22日
				JP	H0766027	B2	1995年 7月 19日
				US	5153815	A	1992年 10月 6日
EP	1639253	A1	2006年 3月 29日	US	2007272211	A1	2007年 11月 29日
				WO	2004113710	A1	2004年 12月 29日
				DE	10327691	A1	2005年 1月 5日
				JP	2006509966	A	2006年 3月 23日