



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110803070 A

(43)申请公布日 2020.02.18

(21)申请号 201911211242.4

H01M 10/66(2014.01)

(22)申请日 2019.12.02

(71)申请人 北京工业大学

地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

(72)发明人 纪常伟 白永焱 汪硕峰 牛会鹏

(74)专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司 11203

代理人 刘萍

(51)Int.Cl.

B60L 58/34(2019.01)

H01M 8/04029(2016.01)

H01M 8/04223(2016.01)

H01M 10/613(2014.01)

H01M 10/615(2014.01)

H01M 10/625(2014.01)

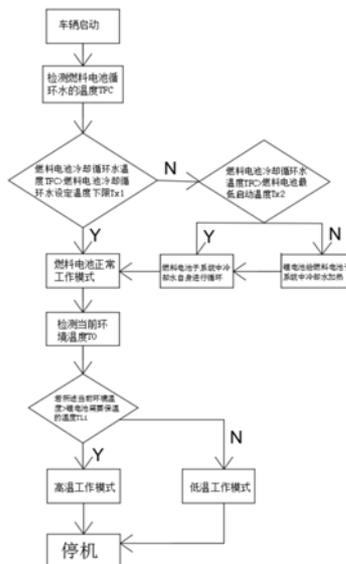
权利要求书3页 说明书6页 附图8页

(54)发明名称

一种以液氢为气源的燃料电池锂电池混合动力汽车的热管理方法

(57)摘要

本发明设计了一种以液氢为气源及冷源的燃料电池锂电池混合动力汽车的热管理方法。燃料电池锂电池混合动力汽车热管理系统包括了燃料电池子系统、动力锂电池子系统、液氢子系统以及热交换控制子系统。该方法利用能量密度较高的液氢作为燃料电池的能量来源,有效的减小了燃料电池锂电池混合动力汽车的体积,并且利用其冷能解决燃料电池锂电池混合动力汽车在夏季利用压缩机制冷所需的电能,并且该方法也解决了燃料电池汽车冬季低温效率较低、燃料电池余热利用、动力锂电池低温充放电效率低等问题。有效的提高了燃料电池混合动力汽车的效率。



CN 110803070 A

1. 一种以液氢为气源及冷源的燃料电池锂电池混合动力汽车的热管理方法,其特征在于,结构方面包括:燃料电池子系统、锂电池子系统、液氢子系统;

其中燃料电池子系统包括:循环1,包括:燃料电池本体、第四温度传感器(T4)、第二流量计(L2)、第二水泵(B2)、第四三通阀(S4)、第三单向阀(D3)、第四阀门(G4)、第三阀门(G3)、第二水箱(SX2)、第三温度传感器(T3)、循环31,包括:燃料电池本体、第四温度传感器(T4)、第二流量计(L2)、第二水泵(B2)、第四三通阀(S4)、第三换热器(HRQ3)、第三三通阀(S3)、第三水箱(SX2)、第三温度传感器(T3)、循环32,包括:燃料电池本体、第四温度传感器(T4)、第二流量计(L2)、第二水泵(B2)、第四三通阀(S4)、第四单向阀(D4)、第二换热器(HRQ2)、第三三通阀(S3)、第二水箱(SX2)、第三温度传感器(T3);

锂电池子系统包括:循环12,包括:锂电池本体、第二温度传感器(T2)、阀门(G1)、第二阀门(G2)、第一单向阀(D1)、第二三通阀(S2)、第一水箱(SX1)、第一水泵(B1)、第一流量计(L1)、第一温度传感器(T1)、循环22,包括:锂电池本体、第二温度传感器(T2)、第一三通阀(S1)、第一换热器(HRQ1)、第二单向阀(D2)、第一三通阀(S2)、第一水箱(SX1)、第一水泵(B1)、第一流量计(L1)、第一温度传感器(T1)、循环33,包括:锂电池本体、第二温度传感器(T2)、第一三通阀(S1)、第三换热器(HRQ3)、第一单向阀(D1)、第二三通阀(S2)、第一水箱(SX1)、第一水泵(B1)、第一流量计(L1)、第一温度传感器(T1);

液氢子系统包括:液氢子系统启动循环,包括:液氢罐(YQG)、第七阀门(G7)、第九阀门(G9)、换热器(HRQ)、第六单向阀(D6)、第十阀门(G10)、缓冲罐(HCG)、第十二阀门(G12)、压缩机(YSJ);液氢子系统与燃料电池子系统换热部分,包括:液氢罐(YQG)、第七阀门(G7)、第八阀门(G8)、第二换热器(HRQ2)、第五单向阀(D5)、第十一阀门(G11)、缓冲罐(HCG)、第十三阀门(G13)、燃料电池;液氢子系统与锂电池子系统换热部分,包括:液氢罐(YQG)、第六阀门(G6)、第一换热器(HRQ1)、第二换热器(HRQ2)、第五单向阀(D5)、第十一阀门(G11)、缓冲罐(HCG)、第十三阀门(G13)、燃料电池;液氢子系统充气部分,包括第五阀门(G5)、液氢罐(YQG);

其中锂电池子系统与燃料电池子系统结构之间的联系为:燃料电池子系统在进行循环31,锂电池子系统在进行循环33时,通过第三换热器(HRQ3)将两个子系统进行连接;

锂电池子系统与液氢子系统结构之间的联系为:锂电池子系统在进行循环22时,通过第一换热器(HRQ1)将两个子系统进行连接;

燃料电池子系统与液氢子系统结构之间的联系为:燃料电池在进行循环32时,通过第二换热器(HRQ2)将两个子系统进行连接。

2. 根据权利要求1所述的燃料电池汽车热管理方法,其特征包,含以下几个步骤:

BZ1,检测当前燃料电池循环水的温度 $T_{FC}$ ;

BZ2,当所述当前燃料电池循环水的温度 $T_{FC} \geq$ 燃料电池循环水正常工作设定温度的下限 $10^{\circ}\text{C}$ 时,所述燃料电池锂电池混合动力汽车进入正常工作模式,否则,所述燃料电池锂电池混合动力汽车进入燃料电池循环水加热模式;

所述的正常工作模式为:燃料电池的工作温度达到了其效率最佳的工作温度范围 $60^{\circ}\text{C}$ 到 $80^{\circ}\text{C}$ ,此时无论汽车需求功率为多少,都首先由燃料电池来提供汽车所需功率,如若燃料电池的功率不足以提供汽车正常行驶所需的功率,则汽车行驶的功率由燃料电池和锂电池共同提供,其中在保证燃料电池大于40%的基础上,提供最大功率,而锂电池补充汽车行驶

所需功率的剩余部分；如若燃料电池的功率可以完全满足汽车正常行驶的所需功率，则汽车行驶的功率均由燃料电池提供，此时若锂电池的SOC低于百分之五十则燃料电池还要给锂电池进行充电，若锂电池的SOC高于百分之五十，则不进行充电；

所述的燃料电池循环水加热模式又分为两个步骤：第一步为控制所述动力锂电池子系统为燃料电池的循环水加热，控制所述燃料电池子系统实现循环1工作模式，即燃料电池冷却水自身循环，即燃料电池子系统中冷却水从燃料电池中出来后，经过第四温度传感器(T4)、第二流量计(L2)、第四三通阀(S4)、第四阀门(G4)、第三阀门(G3)、第二水箱(SX2)、第三温度传感器(T3)，将锂电池为第二水箱(SX2)加热的热量均匀分布于燃料电池子系统的循环水中，但燃料电池不工作，所述燃料电池子系统和所述动力电池子系统中使用的电能由所述动力锂电池子系统的动力电池提供；第二步为控制所述燃料电池子系统实现循环1工作模式，控制动力锂电池子系统实现循环12工作模式，即锂电池子系统中冷却水自身循环，即锂电池子系统中冷却水从水冷锂电池中出来后，经过第二温度传感器(T2)、第一阀门(G1)、第二阀门(G2)、第一单向阀(D1)、第二三通阀(S2)、第一水箱(SX1)、第一水泵(B1)、第一流量计(L1)、第一温度传感器(T1)，将锂电池自身放电所产生的热量用于加热锂电池子系统中冷却循环水使用，所述燃料电池子系统和动力锂电池子系统中使用的电能由所述燃料电池子系统中的燃料电池和所述动力电池子系统中的动力电池共同提供；

BZ21, 当所述燃料电池循环水的温度 $T_{FC} \geq$ 燃料电池的最低启动温度 $-20^{\circ}\text{C}$ 时，所述燃料电池锂电池混合动力汽车进入燃料电池循环水加热模式的第二步骤；

BZ22, 当所述燃料电池循环水的温度 $T_{FC} <$ 燃料电池的最低启动温度 $-20^{\circ}\text{C}$ 时，所述燃料电池锂电池混合动力汽车进入燃料电池循环水加热模式的第一步骤，直至所述当前燃料电池循环水的温度 $\geq$ 所述燃料电池的最低启动温度 $10^{\circ}\text{C}$ 时，所述燃料电池锂电池混合动力汽车再进入燃料电池循环水加热模式的第二步骤；

BZ3, 当所述燃料电池锂电池混合动力汽车进入正常工作模式后，检测环境温度 $T_0$ ；

BZ4, 当所述的环境温度 $T_0 \geq$ 动力电池需要的保温温度 $10^{\circ}\text{C}$ 时，所述燃料电池锂电池混合动力汽车进入高温工作模式，即夏季工作模式，否则所述燃料电池锂电池混合动力汽车进入低温工作模式，即冬季工作模式；

所述的高温工作模式为：控制燃料电池锂电池混合动力系统实现循环2模式，其中燃料电池子系统实现循环21模式，即燃料电池循环冷却水通过第四温度传感器(T4)，第二流量计(L2)、第二水泵(B2)、第四三通阀(S4)、第二板式换热器(HRQ2)、第三三通阀(S3)、第二水箱(SX2)、第三温度传感器(T3)将热量传递给液氢系统进行冷却，此时燃料电池子系统中第四阀门(G4)、第三阀门(G3)、第四三通阀(S4)以及第三三通阀(S3)均处于关闭状态；液氢子系统中第七阀门(G7)、第八阀门(G8)、第五单向阀(D5)、第十一阀门(G11)开启，动力锂电池子系统实现循环22模式，即锂电池通过第二温度传感器(T2)、第三三通阀(S1)、第一板式换热器(HRQ1)、第二单向阀(D2)、第二三通阀(S2)、第一水箱(SX1)、第一水泵(B1)、第一流量计(L1)、第一温度传感器(T1)将热量由液氢系统进行冷却，此时动力锂电池子系统中第一阀门(G1)、第二阀门(G2)、第一单向阀(D1)、第一三通阀(S1)、第二三通阀(S2)均处于关闭状态；液氢子系统中第六阀门(G6)、第五阀门(D5)、第十一阀门(G11)开启，所述燃料电池子系统和所述动力锂电池子系统中使用的电能由所述燃料电池子系统中的燃料电池和所述动力锂电池子系统中的锂电池共同提供；而液氢子系统中液氢流动的动能由液氢子系统自

身提供；

所述的低温工作模式，即冬季工作模式为：控制燃料电池锂电池混合动力系统实现循环3模式，其中燃料电池子系统实现循环31模式，即燃料电池循环冷却水一部分通过第四温度传感器 (T4)，第二流量计 (L2)、第二水泵 (B2)、第四三通阀 (S4)、第三单向阀 (D3)、第三板式换热器 (HRQ3)、第三三通阀 (S3)、第二水箱 (SX2)、第三温度传感器 (T3) 将热量一部分提供给动力锂电池保温，此部分热量满足可以满足在环境温度将锂电池温度保温到20℃，和循环32模式，即燃料电池循环冷却水剩余部分通过第四温度传感器 (T4)，第二流量计 (L2)、第二水泵 (B2)、第四三通阀 (S4)、第二板式换热器 (HRQ2)、第三三通阀 (S3)、第二水箱 (SX2)、第三温度传感器 (T3) 由液氢系统进行冷却，此时液氢子系统中第七阀门 (G7)、第八阀门 (G8)、第五单向阀 (D5)、第十一阀门 (G11) 开启，动力锂电池子系统实现循环33模式，即锂电池子系统中循环水通过第二温度传感器 (T2)、第一三通阀 (S1)、第三板式换热器 (HRQ3)、第一单向阀 (D1)、第二三通阀 (S2)、第一水箱 (SX1)、第一水泵 (B1)、第一流量计 (L1)、第一温度传感器 (T1) 由燃料电池子系统中循环冷却水进行保温，此时液氢子系统中第六阀门 (G6) 关闭，液氢子系统中液氢通过第七阀门 (G7)、第八阀门 (G8)、第五单向阀 (D5)、第十一阀门 (G11) 将液氢冷能完全提供给燃料电池子系统中冷却水进行散热，所述燃料电池子系统和所述动力锂电池子系统中使用的电能由所述燃料电池子系统中的燃料电池和所述动力锂电池子系统中的锂电池共同提供；而液氢子系统中液氢流动的动能由液氢子系统自身提供。

## 一种以液氢为气源的燃料电池锂电池混合动力汽车的热管理方法

### 技术领域

[0001] 本发明提供一种以液氢为气源的燃料电池锂电池混合动力汽车的热管理方法,属于新能源汽车领域

### 背景技术

[0002] 燃料电池汽车具有能量运行可靠、无污染物排放、转化效率高、运动部件少、无噪声等优势,具有很好的应用前景。目前我国燃料电池汽车已经从商用车领域逐步发展,但是与纯电动汽车以及传统内燃机汽车相比,燃料电池汽车存在着低温下无法启动,较低温下工作效率低,以及高温又会破坏燃料电池质子交换膜的缺点,因此燃料电池汽车在热管理方面面临着较大的挑战。

[0003] 现有技术中,一些专利仅考虑到了燃料电池的冷却,并未将燃料电池工作时产生的余热充分利用。也有一些专利将余热在冬天利用在整车供暖,没有考虑动力电池低温工况下工作效率低,以及充电倍率较低等问题。另一些专利考虑到了燃料电池汽车在冬季用于整车供暖及动力电池的保温,但却未考虑燃料电池汽车的空间局限性,以及夏季的余热处理办法。

[0004] 燃料电池汽车目前大多应用在商务车等大型车上,原因就是其零部件集成度太低,在燃料电池的零部件中,氢气罐占据了一大块面积,如若能利用能量密度较高的液氢,那么便会大大减少燃料电池汽车的空间,使其空间利用率更高。而且在夏季又可以充分利用液氢的冷能来处理燃料电池的余热,对于燃料电池汽车具有非常重要的意义。

### 发明内容

[0005] 基于此,本申请针对如何解决燃料电池冬季低温启动、提高燃料电池工作效率、冬季动力电池保温、夏季高温余热处理以及减少燃料电池汽车零部件占用空间的问题提供一种燃料电池汽车热管理方法。

[0006] 一种燃料电池汽车热管理方法,所述燃料电池汽车包括:燃料电池子系统、动力电池子系统、液氢子系统以及热交换控制子系统,所述方法包括以下步骤:

[0007] BZ1,检测当前燃料电池循环水的温度 $T_{FC}$ ;

[0008] BZ2,当所述当前燃料电池循环水的温度 $T_{FC} \geq$ 燃料电池循环水正常工作设定温度的下限 $10^{\circ}\text{C}$ 时,所述燃料电池锂电池混合动力汽车进入正常工作模式,否则,所述燃料电池锂电池混合动力汽车进入燃料电池循环水加热模式。

[0009] 所述正常工作模式为:燃料电池的工作温度达到了其效率最佳的工作温度范围 $60^{\circ}\text{C}$ 到 $80^{\circ}\text{C}$ ,此时无论汽车需求功率为多少,都首先由燃料电池来提供汽车所需功率,如若燃料电池的功率不足以提供汽车正常行驶所需的功率,则汽车行驶的功率由燃料电池和锂电池共同提供,其中在保证燃料电池大于40%的基础上,提供最大功率,而锂电池补充汽车行驶所需功率的剩余部分;如若燃料电池的功率可以完全满足汽车正常行驶的所需功率,则

汽车行驶的功率均由燃料电池提供,此时若锂电池的SOC低于百分之五十则燃料电池还要给锂电池进行充电,若锂电池的SOC高于百分之五十,则不进行充电。

[0010] 上述燃料电池循环水加热模式又分为两个步骤:

[0011] BZ21,当所述燃料电池循环水的温度 $T_{FC} \geq$ 燃料电池的最低启动温度 $-20^{\circ}\text{C}$ ,时,所述燃料电池锂电池混合动力汽车再进入第二步骤;

[0012] BZ22,当所述燃料电池循环水的温度 $T_{FC} <$ 燃料电池的最低启动温度 $-20^{\circ}\text{C}$ 时,所述燃料电池锂电池混合动力汽车进入第一步骤,直至所述当前燃料电池循环水的温度 $\geq$ 所述燃料电池的最低启动温度 $10^{\circ}\text{C}$ 时,所述燃料电池锂电池混合动力汽车再进入第二步骤。

[0013] 所述第一步骤为:控制所述动力锂电池子系统为燃料电池的循环水加热,控制所述燃料电池子系统实现循环1工作模式,即燃料电池冷却水自身循环,即燃料电池子系统中冷却水从燃料电池中出来后,经过第四温度传感器(T4)、第二流量计(L2)、第四三通阀(S4)、第四阀门(G4)、第三阀门(G3)、第二水箱(SX2)、第三温度传感器(T3),将锂电池为第二水箱(SX2)加热的热量均匀分布于燃料电池子系统的循环水中,但燃料电池不工作,所述燃料电池子系统和所述动力电池子系统中使用的电能有所述动力锂电池子系统的动力电池提供;

[0014] 所述第二步骤为:控制所述燃料电池子系统实现循环1工作模式,控制动力锂电池子系统实现循环12工作模式,即锂电池子系统中冷却水自身循环,即锂电池子系统中冷却水从水冷锂电池中出来后,经过第二温度传感器(T2)、第一阀门(G1)、第二阀门(G2)、第一单向阀(D1)、第二三通阀(S2)、第一水箱(SX1)、第一水泵(B1)、第一流量计(L1)、第一温度传感器(T1),将锂电池自身放电所产生的热量用于加热锂电池子系统中冷却循环水使用,所述燃料电池子系统和动力锂电池子系统中使用的电能由所述燃料电池子系统中的燃料电池和所述动力电池子系统中的动力电池共同提供。

[0015] BZ3,当所述燃料电池锂电池混合动力汽车进入正常工作模式后,检测环境温度 $T_0$ ;

[0016] BZ4,当所述的环境温度 $T_0 \geq$ 动力锂电池需要的保温温度 $10^{\circ}\text{C}$ 时,所述燃料电池锂电池混合动力汽车进入高温工作模式,即夏季工作模式,否则所述燃料电池锂电池混合动力汽车进入低温工作模式,即冬季工作模式。

[0017] 所述高温工作模式为:控制燃料电池锂电池混合动力系统实现循环2模式,其中燃料电池子系统实现循环21模式,即燃料电池循环冷却水通过第四温度传感器(T4),第二流量计(L2)、第二水泵(B2)、第四三通阀(S4)、第二板式换热器(HRQ2)、第三三通阀(S3)、第二水箱(SX2)、第三温度传感器(T3)将热量传递给液氢系统进行冷却,此时燃料电池子系统中第四阀门(G4)、第三阀门(G3)、第四三通阀(S4)以及第三三通阀(S3)均处于关闭状态;液氢子系统中第七阀门(G7)、第八阀门(G8)、第五单向阀(D5)、第十一阀门(G11)开启,动力锂电池子系统实现循环22模式,即锂电池通过第二温度传感器(T2)、第三三通阀(S1)、第一板式换热器(HRQ1)、第二单向阀(D2)、第二三通阀(S2)、第一水箱(SX1)、第一水泵(B1)、第一流量计(L1)、第一温度传感器(T1)将热量由液氢系统进行冷却,此时动力锂电池子系统中第一阀门(G1)、第二阀门(G2)、第一单向阀(D1)、第一三通阀(S1)、第二三通阀(S2)均处于关闭状态;液氢子系统中第六阀门(G6)、第五阀门(D5)、第十一阀门(G11)开启,所述燃料电池子系统和所述动力锂电池子系统中使用的电能由所述燃料电池子系统中的燃料电池和所

述动力锂电池子系统系统中的锂电池共同提供。而液氢子系统中液氢流动的动能由液氢子系统自身提供。

[0018] 所述低温工作模式,即冬季工作模式,为:控制燃料电池锂电池混合动力系统实现循环3模式,其中燃料电池子系统实现循环31模式,即燃料电池循环冷却水一部分通过第四温度传感器(T4),第二流量计(L2)、第二水泵(B2)、第四三通阀(S4)、第三单向阀(D3)、第三板式换热器(HRQ3)、第三三通阀(S3)、第二水箱(SX2)、第三温度传感器(T3)将热量一部分提供给动力锂电池保温,此部分热量满足可以满足在环境温度将锂电池温度保温到20℃,和循环32模式,即燃料电池循环冷却水剩余部分通过第四温度传感器(T4),第二流量计(L2)、第二水泵(B2)、第四三通阀(S4)、第二板式换热器(HRQ2)、第三三通阀(S3)、第二水箱(SX2)、第三温度传感器(T3)由液氢系统进行冷却,此时液氢子系统中第七阀门(G7)、第八阀门(G8)、第五单向阀(D5)、第十一阀门(G11)开启,动力锂电池子系统实现循环33模式,即锂电池子系统中循环水通过第二温度传感器(T2)、第一三通阀(S1)、第三板式换热器(HRQ3)、第一单向阀(D1)、第二三通阀(S2)、第一水箱(SX1)、第一水泵(B1)、第一流量计(L1)、第一温度传感器(T1)由燃料电池子系统中循环冷却水进行保温,此时液氢子系统中第六阀门(G6)关闭,液氢子系统中液氢通过第七阀门(G7)、第八阀门(G8)、第五单向阀(D5)、第十一阀门(G11)将液氢冷能完全提供给燃料电池子系统中冷却水进行散热,所述燃料电池子系统和所述动力锂电池子系统中使用的电能由所述燃料电池子系统中的燃料电池和所述动力锂电池子系统中的锂电池共同提供。而液氢子系统中液氢流动的动能由液氢子系统自身提供。

[0019] 所述液氢子系统工作流程为:在燃料电池开始工作时,液氢子系统进入启动循环:液氢从液氢罐(YQG)中出来,经过第七阀门(G7)、第九阀门(G9)、换热器(HRQ)、第六单向阀(D6)、第十阀门(G10)进入缓冲罐(HCG),然后到第十二阀门(G12),经过压缩机(YSJ)提高压力后返回液氢罐(YQG),以此来推动液氢出罐;在燃料电池锂电池混合动力系统进入循环2工作模式时,液氢从液氢罐(YQG)出来,经过第六阀门(G6)、第一换热器(HRQ1)、第二换热器(HRQ2)、第五单向阀(D5)、第十一阀门(G11)进入缓冲罐(HCG),通过第十三阀门(G13)后供给燃料电池工作;在燃料电池锂电池混合动力系统进入循环3工作模式时,液氢从液氢罐(YQG)出来,经过第七阀门(G7)、第八阀门(G8)、第二换热器(HRQ2)、第五单向阀(D5)、第十一阀门(G11)进入缓冲罐(HCG),经过第十三阀门(G13)后供给燃料电池工作。

## 附图说明

[0020] 图1为本发明的燃料电池—锂电池混合动力热管理系统的流程图;

[0021] 图2为燃料电池—锂电池混合动力热管理系统的结构原理图;

[0022] 图3为在冬季低温启动时燃料电池—锂电池混合动力热管理系统,燃料电池子系统中冷却水的工作原理图;

[0023] 图4为在冬季低温启动时燃料电池—锂电池混合动力热管理系统,锂电池子系统中冷却水的工作原理图;

[0024] 图5为在夏季高温时,燃料电池—锂电池混合动力热管理系统的结构原理图;

[0025] 图6为在夏季高温启动或者运行时,燃料电池—锂电池混合动力热管理系统中,燃料电池子系统中冷却水的工作原理图;

[0026] 图7为在夏季高温启动或者运行时,燃料电池—锂电池混合动力热管理系统中,锂电池子系统中冷却水的工作原理图;

[0027] 图8为在冬季运行时,燃料电池—锂电池混合动力热管理系统的结构原理图;

[0028] 图9为在冬季运行时,燃料电池—锂电池混合动力热管理系统中,燃料电池子系统中,给锂电池保温的一部分冷却水的工作原理图;

[0029] 图10为在冬季运行时,燃料电池—锂电池混合动力热管理系统中,燃料电池子系统中,需要液氢来散热的一部分冷却水的工作原理图;

[0030] 图11为在冬季运行时,燃料电池—锂电池混合动力热管理系统中,锂电池子系统中冷却水的工作原理图;

[0031] 图12为燃料电池—锂电池混合动力热管理系统中,液氢子系统的结构原理图。

[0032] 附图标号说明

[0033] T1、T2、T3、T4分别为第一温度传感器、第二温度传感器、第三温度传感器、第四温度传感器、;

[0034] SX1、SX2分别为第一水箱、第二水箱;

[0035] L1、L2分别为第一流量计、第二流量计;

[0036] B1、B2分别为冷却水循环泵第一水泵、第一水泵;

[0037] S1、S2、S3、S4分别为第一三通阀、第二三通阀、第三三通阀、第四三通阀;其中a、b为冷却水进口端;c、d为冷却水出口端;

[0038] D1、D2、D3、D4、D5、D6分别为第一单向阀、第二单向阀、第三单向阀、第四单向阀、第五单向阀、第六单向阀;

[0039] G1、G2、G3、G4、G5、G6、G7、G8、G9、G10、G11、G12、G13分别为第一阀门、第二阀门、第三阀门、第四阀门、第五阀门、第六阀门、第七阀门、第八阀门、第九阀门、第十阀门、第十一阀门、第十二阀门、第十三阀门;

[0040] HRQ1、HRQ2、HRQ3分别为第一板式换热器、第二板式换热器、第三板式换热器;

[0041] QHQ为汽化器;

[0042] HCG为缓冲罐;

[0043] YSJ为压缩机;

[0044] YQG为液氢罐;

## 具体实施方式

[0045] 下面结合附图和具体实施方式对于本发明做进一步的说明:

[0046] 图1为燃料电池—锂电池混合动力系统的流程图,具体流程为:车辆启动后,检测燃料电池子系统中循环水的温度 $T_{fc}$ ,若该温度 $T_{fc} >$ 燃料电池子系统中循环水设定的温度下限 $T_{x1}$ ,则该燃料电池—锂电池混合动力汽车直接进入正常工作模式;若燃料电池子系统中循环水的温度 $T_{fc} <$ 燃料电池子系统中循环水的设定温度下限 $T_{x1}$ ,则比较该温度 $T_{fc}$ 与燃料电池最低启动温度 $T_{x2}$ 的关系,若该温度 $T_{fc} >$ 燃料电池最低启动温度 $T_{x2}$ ,则燃料电池子系统中冷却水自身进行循环;否则由锂电池给燃料电池子系统中冷却水加热,直至燃料电池子系统中循环水的温度达到燃料电池的最低启动温度 $T_{x2}$ ,然后燃料电池子系统中冷却水自身进行循环,直至达到燃料电池子系统中冷却水设定的温度下限 $T_{x1}$ ,燃料电池—锂电池混合动力

力汽车进入正常工作模式；

[0047] 燃料电池—锂电池混合动力汽车进入正常工作模式以后，检测当前的环境温度 $T_0$ ，若所述当前环境温度 $T_0 >$ 锂电池需要保温的温度 $T_{Li}$ ，则进入高温工作模式；否则进入低温工作模式。

[0048] 图2为燃料电池—锂电池混合动力系统的结构及原理图，包括燃料电池子系统、锂电池子系统、液氢子系统。

[0049] 其中燃料电池子系统包括：循环1，包括：燃料电池本体、第四温度传感器(T4)、第二流量计(L2)、第二水泵(B2)、第四三通阀(S4)、第三单向阀(D3)、第四阀门(G4)、第三阀门(G3)、第二水箱(SX2)、第三温度传感器(T3)、循环31，包括：燃料电池本体、第四温度传感器(T4)、第二流量计(L2)、第二水泵(B2)、第四三通阀(S4)、第三换热器(HRQ3)、第三三通阀(S3)、第三水箱(SX2)、第三温度传感器(T3)、循环32，包括：燃料电池本体、第四温度传感器(T4)、第二流量计(L2)、第二水泵(B2)、第四三通阀(S4)、第四单向阀(D4)、第二换热器(HRQ2)、第三三通阀(S3)、第二水箱(SX2)、第三温度传感器(T3)。

[0050] 锂电池子系统包括：循环12，包括：锂电池本体、第二温度传感器(T2)、阀门(G1)、第二阀门(G2)、第一单向阀(D1)、第二三通阀(S2)、第一水箱(SX1)、第一水泵(B1)、第一流量计(L1)、第一温度传感器(T1)、循环22，包括：锂电池本体、第二温度传感器(T2)、第一三通阀(S1)、第一换热器(HRQ1)、第二单向阀(D2)、第一三通阀(S2)、第一水箱(SX1)、第一水泵(B1)、第一流量计(L1)、第一温度传感器(T1)、循环33，包括：锂电池本体、第二温度传感器(T2)、第一三通阀(S1)、第三换热器(HRQ3)、第一单向阀(D1)、第二三通阀(S2)、第一水箱(SX1)、第一水泵(B1)、第一流量计(L1)、第一温度传感器(T1)。

[0051] 所述液氢子系统具体流程为：打开第七阀门(G7)，气氢经过汽化器(QHQ)、第六单向阀(D6)、第十阀门(G10)进入缓冲罐(HCG)，然后由压缩机(YSJ)抽气进入液氢罐(YQG)下部，推动液氢罐中挡板向上移动，将气体压出。当液氢既需要与燃料电池换热又需要与锂电池换热时，液氢经过第六阀门(G6)、第一板式换热器(HRQ1)、第二板式换热器(HRQ2)、第五单向阀(D5)、第十一阀门(G11)，然后进入缓冲罐(HCG)；当液氢只需要与燃料电池换热时，液氢经过第七阀门(G7)、第八阀门(G8)、第二板式换热器(HRQ2)、第五单向阀(D5)、第十一阀门(G11)进入缓冲罐；当液氢既不需要与燃料电池换热，又不需要与锂电池换热时，液氢通过第七阀门(G7)、第九阀门(G9)、汽化器(QHQ)、第六单向阀(D6)、第十阀门(G10)进入缓冲罐。然后打开第十三阀门(G13)，缓冲罐内氢气供给如燃料电池工作。

[0052] 图3为上述的循环1，在冬季低温启动时燃料电池—锂电池混合动力热管理系统，燃料电池子系统中冷却水的工作原理图，在该冷却水温度低于燃料电池设定的温度下限 $T_{x1}$ 时，始终执行循环1。不论热量是由锂电池加热提供，还是由燃料电池工作以后自身散热提供，都仅用于自身冷却水加热，且冷却水要进行循环，使冷却水温度分布均匀。

[0053] 图4为上述循环12，在冬季低温启动时燃料电池—锂电池混合动力热管理系统，锂电池子系统中冷却水的工作原理图。在刚开始启动时，锂电池要用于给燃料电池的循环水加热，因此伴随锂电池工作时产生的热量，全部用于锂电池冷却水的加热，且循环开始，使冷却水的温度分布均匀。

[0054] 图5为上述的循环2，在夏季高温时，燃料电池—锂电池混合动力热管理系统的结构原理图；

[0055] 图6为上述的循环21,在夏季时燃料电池—锂电池混合动力热管理系统中,燃料电池子系统中冷却水的工作原理图,燃料电池工作时产生的热量经过三通阀S4,由液氢系统吸收。

[0056] 图7为上述的循环22,在夏季时燃料电池—锂电池混合动力热管理系统中,锂电池子系统中冷却水的工作原理图,由于锂电池在工作时也会产生一部分热量,温度过高可能会影响锂电池的寿命等,因此需要将这部分热量通过三通阀S1传递给液氢系统。

[0057] 图8为上述的循环3,在冬季运行时,燃料电池—锂电池混合动力热管理系统的结构原理图;

[0058] 图9为上述的循环31,在冬季运行时,燃料电池—锂电池混合动力热管理系统中,燃料电池子系统中,给锂电池保温的一部分冷却水的工作原理图,由于在冬季室外温度较低,极大的影响了锂电池的充放电效率,因此需要燃料电池产生的热来对锂电池进行保温。

[0059] 图10为上述的循环32,在冬季运行时,燃料电池—锂电池混合动力热管理系统中,燃料电池子系统中,需要液氢来散热的一部分冷却水的工作原理图,由于燃料电池在工作时产生的热量较多,用于锂电池的一部分不足以将其完全散热,因此需要利用液氢来将其热量散去一部分,以保证燃料电池子系统中循环水始终维持在燃料电池正常工作温度内。

[0060] 图11为上述的循环33,在冬季运行时,燃料电池—锂电池混合动力热管理系统中,锂电池子系统中冷却水的工作原理图。

[0061] 图12为上述的液氢子系统,当燃料电池锂电池混合动力汽车工作时,打开第七阀门(G7),气氢经过汽化器(QHQ)、第六单向阀(D6)、第十阀门(G10)进入缓冲罐(HCG),然后由压缩机(YSJ)抽气进入液氢罐(YQG)下部,推动液氢罐中挡板向上移动,将气体压出。当液氢既需要与燃料电池换热又需要与锂电池换热时,液氢经过第六阀门(G6)、第一板式换热器(HRQ1)、第二板式换热器(HRQ2)、第五单向阀(D5)、第十一阀门(G11),然后进入缓冲罐(HCG);当液氢只需要与燃料电池换热时,液氢经过第七阀门(G7)、第八阀门(G8)、第二板式换热器(HRQ2)、第五单向阀(D5)、第十一阀门(G11)进入缓冲罐;当液氢既不需要与燃料电池换热,又不需要与锂电池换热时,液氢通过第七阀门(G7)、第九阀门(G9)、汽化器(QHQ)、第六单向阀(D6)、第十阀门(G10)进入缓冲罐。然后打开第十三阀门(G13),缓冲罐内氢气供给燃料电池工作。

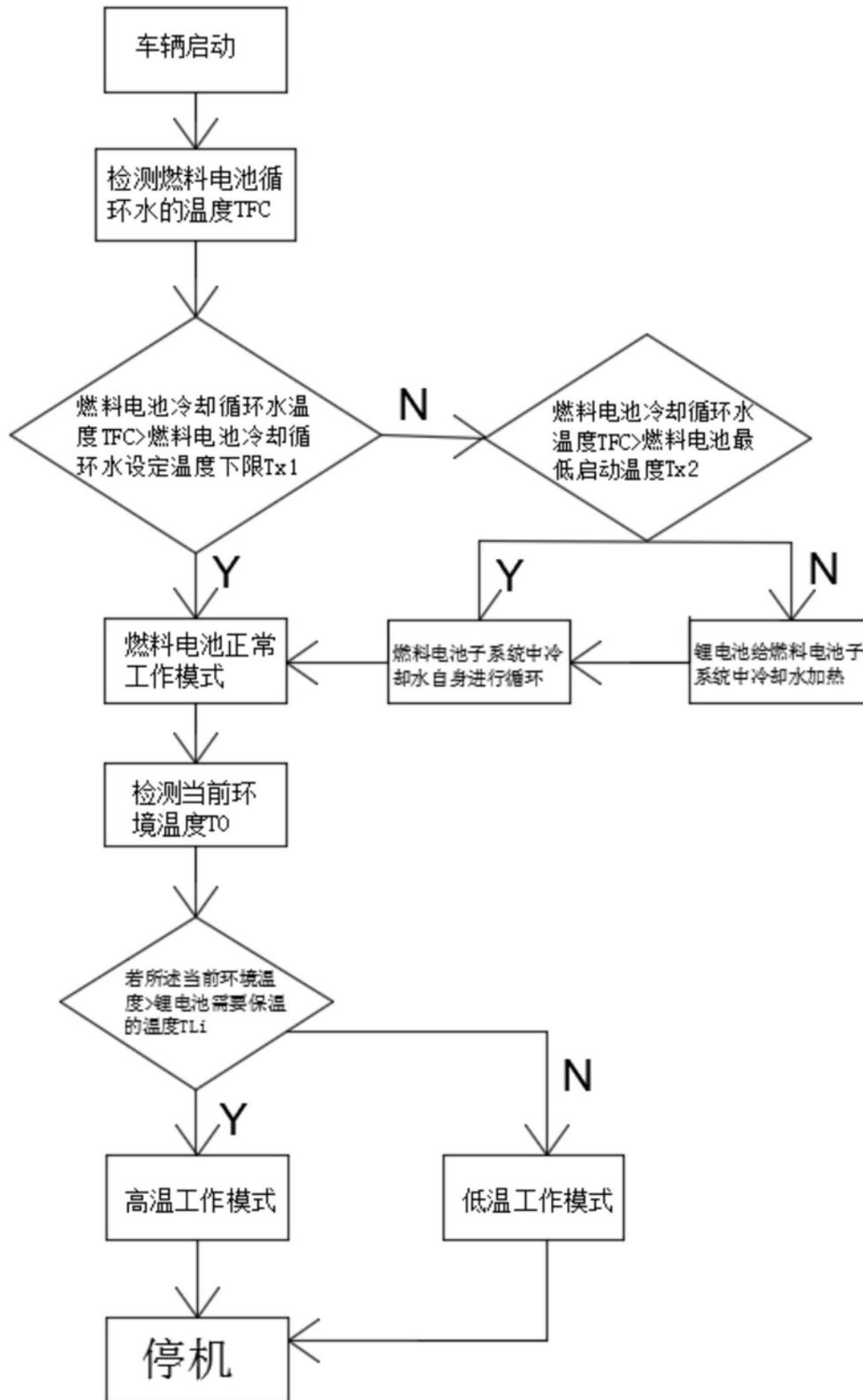


图1

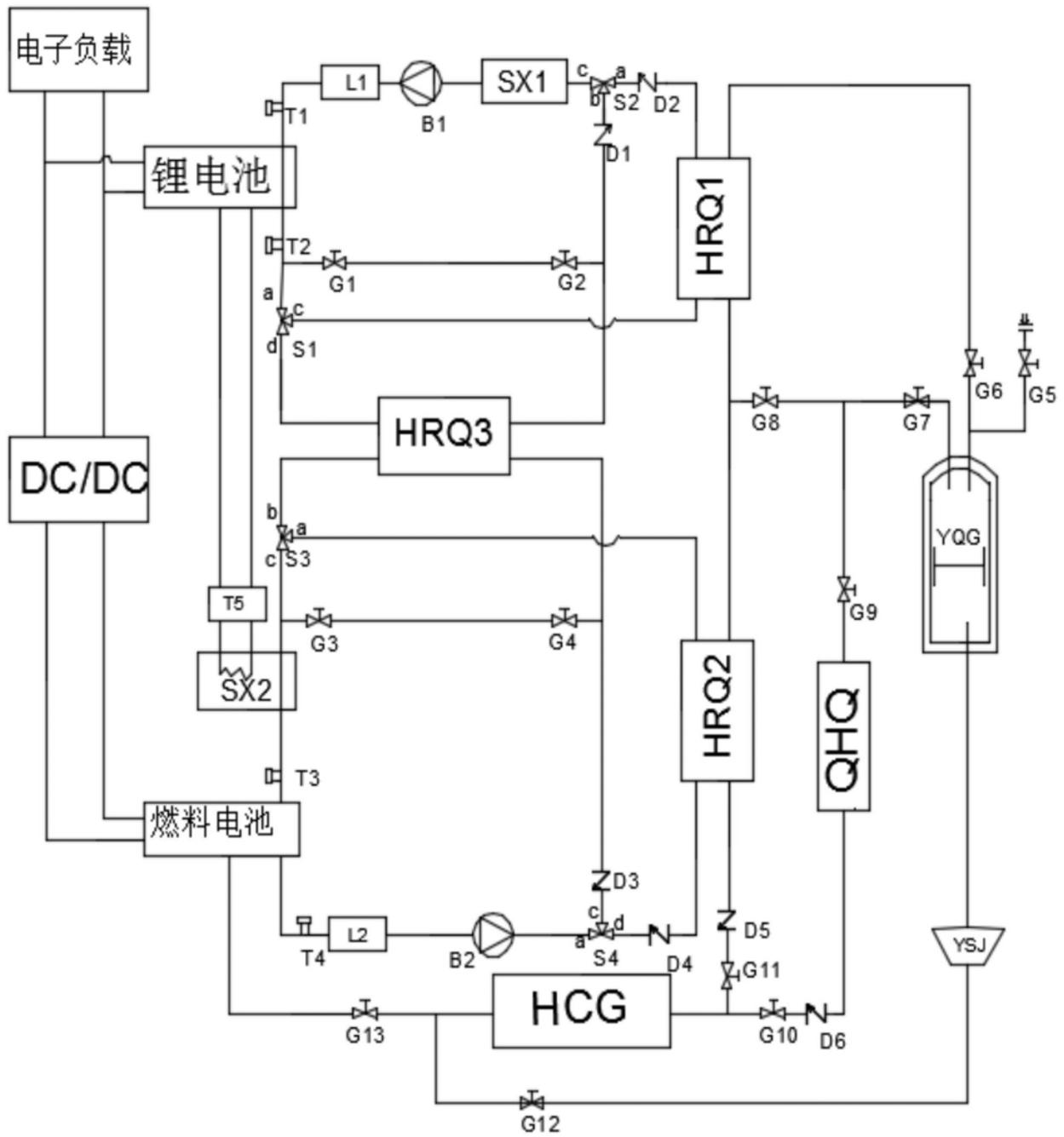


图2

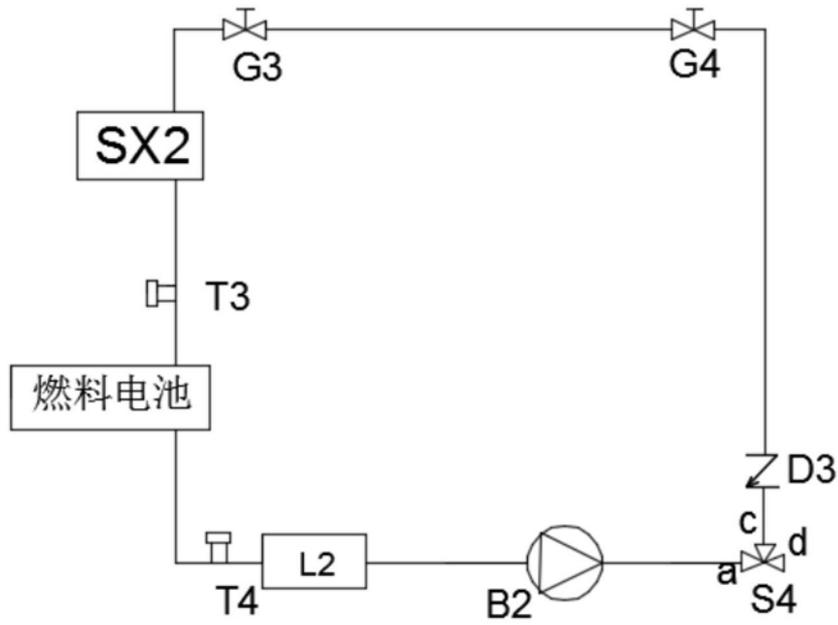


图3

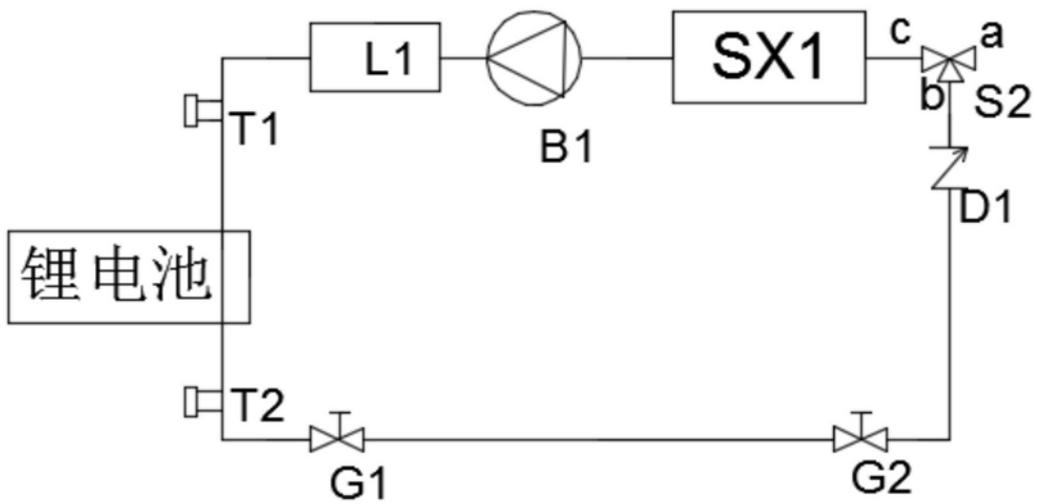


图4

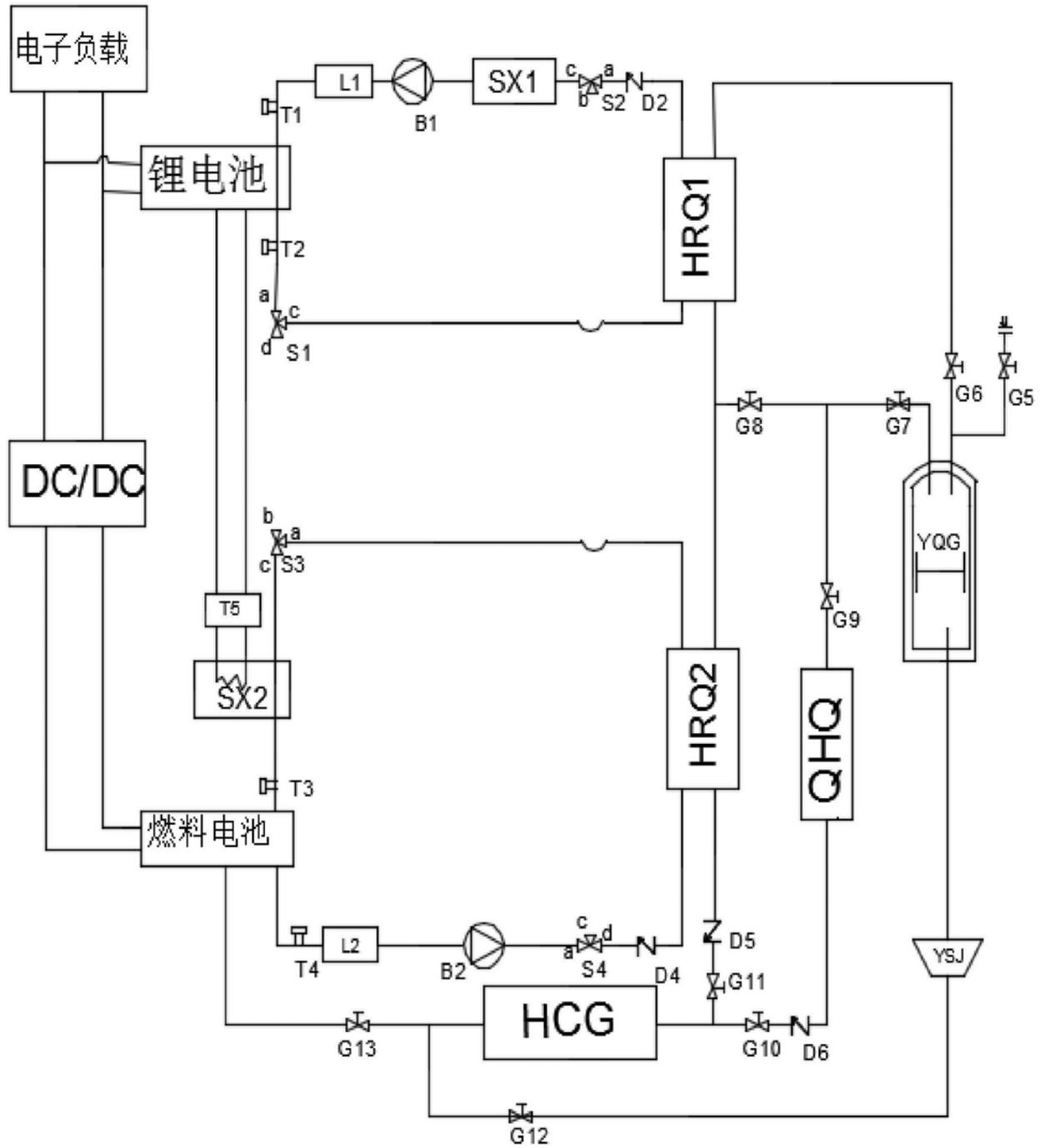


图5

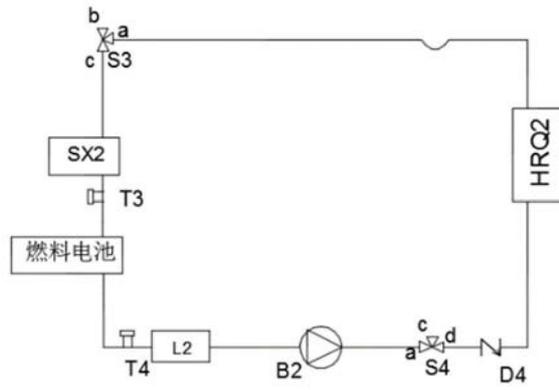


图6

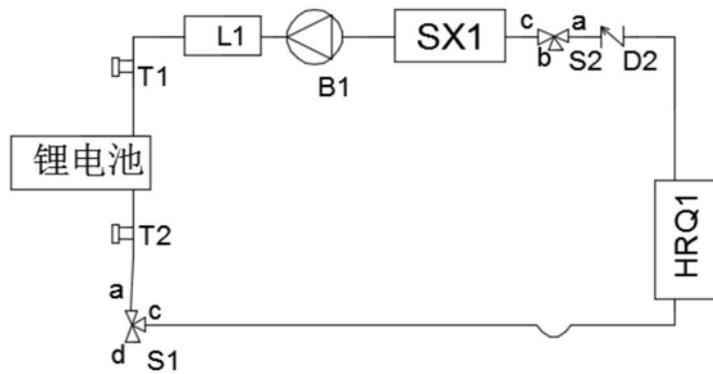


图7

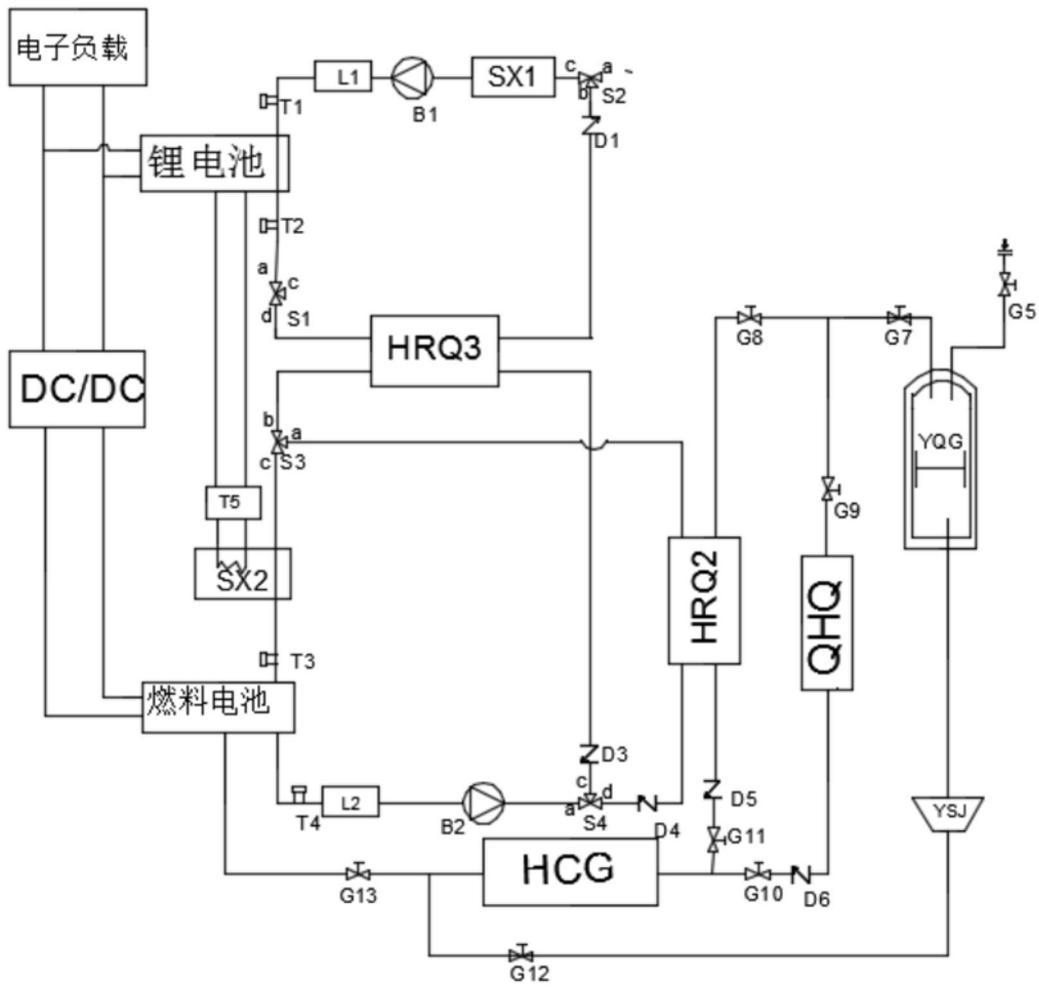


图8

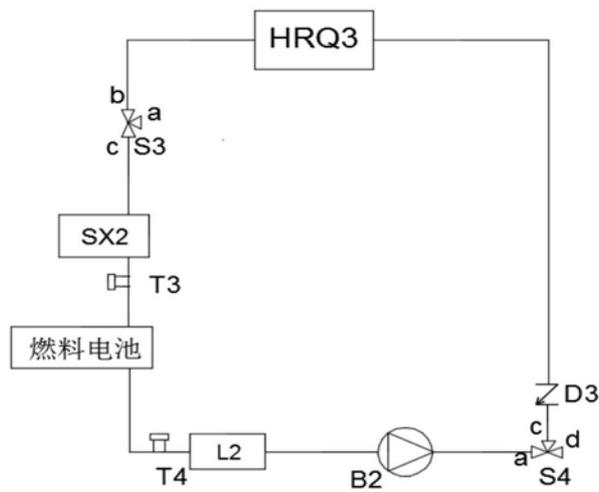


图9

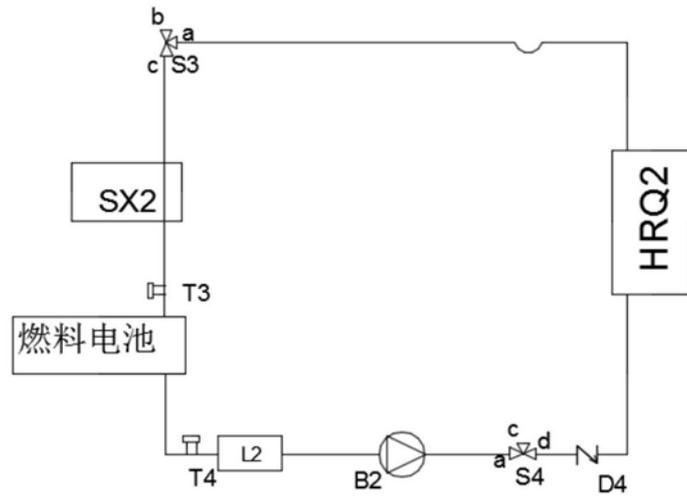


图10

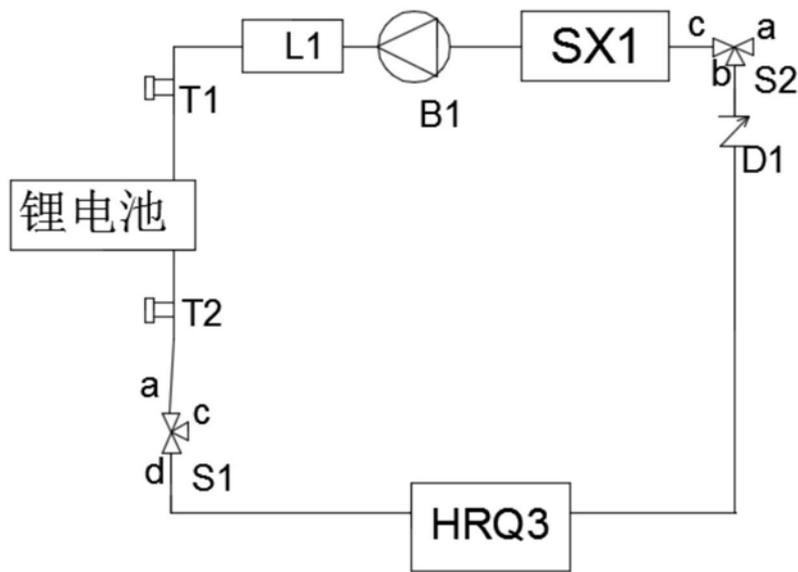


图11

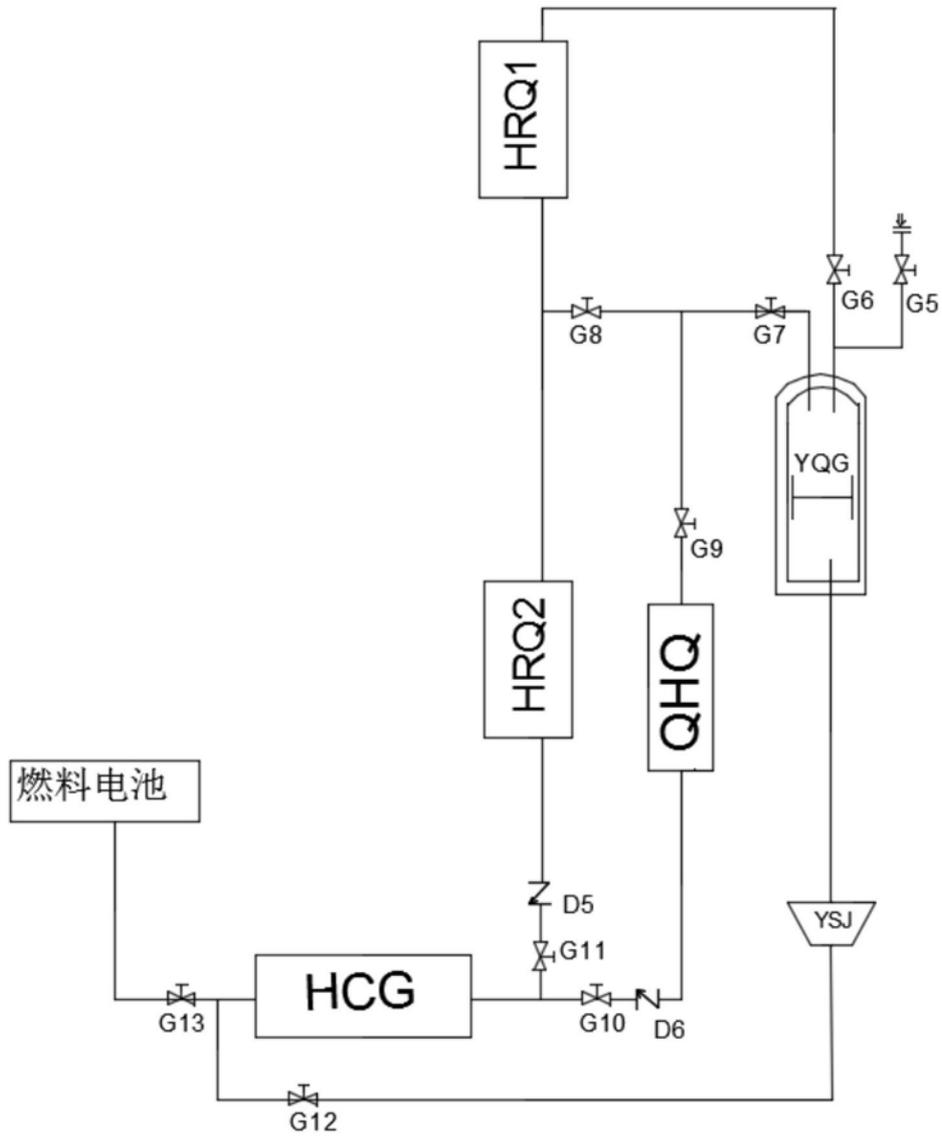


图12